

Modul Guru Pembelajar

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI G

**PEDAGOGI :
PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN
PEMBELAJARAN**

Penulis:

Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.

**PROFESIONAL :
SIFAT KOLIGATIF, KIMIA UNSUR PERIODE 3,
BENZEN DAN TURUNANNYA**

Penulis :

Drs. Mamat Supriatna, M.Pd., dkk



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI G

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN

**Penulis:
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
Tahun 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI G

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN

Penulis:

Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI G

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.

022-4231191

devipopi@yahoo.co.id

Penyunting

Dr. Indrawati, M.Pd

Penelaah

Dr. Sri Mulyani, M.Si.

Dr. I Nyoman Marsih, M.Si.

Dr. Suharti, M.Si.

Dra. Lubna, M.Si

Angga Yudha, S.Si

Penata Letak

Titik Uswah, S.P.,M.Pd.

Copyright © 2016

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu
Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

*Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985031002

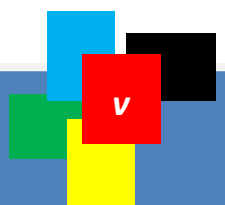
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.





Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, dan Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. CARA PENGGUNAAN MODUL	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
I. PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN	7
A. TUJUAN	7
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	7
C. URAIAN MATERI	8
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	27
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	27
F. RANGKUMAN	30
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	30
II. ANALISIS DAN TINDAK LANJUT PENILAIAN	31
A. TUJUAN	31
B. INDIKATOR KETERCAPAIAN KOMPETENSI	31
C. URAIAN MATERI	32
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	45
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	47
F. RANGKUMAN	48
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	48



KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	49
EVALUASI	51
PENUTUP	57
DAFTAR PUSTAKA	59
GLOSARIUM	61

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1.1	Teknik dan Bentuk Instrumen Penilaian	14
Tabel 2.1	Pengolahan Nilai Kompetensi Keterampilan	36

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Saran cara penggunaan modul	4
Gambar 2.1	Skema Penetapan KKM	38

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik adalah proses pengumpulan informasi/bukti tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis, selama dan setelah proses pembelajaran. Teknik yang digunakan untuk menilai kompetensi sikap adalah melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal, untuk menilai kompetensi pengetahuan adalah melalui tes tertulis observasi terhadap diskusi, tanya jawab dan percakapan sedangkan penilaian kompetensi keterampilan melalui unjuk kerja/ kinerja/praktik, proyek, produk dan portofolio dan tertulis. Seorang guru memerlukan keterampilan mengembangkan instrumen untuk melakukan penilaian tersebut. Selanjutnya setelah instrumen digunakan, tentunya harus dianalisa dan hasilnya digunakan untuk menentukan program tindak lanjut penilaian dimana dalam pembelajaran selalu dijumpai adanya peserta didik yang mengalami kesulitan dalam mencapai kompetensi dasar dan ada pula peserta didik yang telah mencapai kompetensi lebih cepat dari peserta didik lain. Mengacu pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007, pengembangan instrumen penilaian pembelajaran ini termasuk kompetensi inti pedagogik nomor 8. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Sedangkan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian termasuk kompetensi nomor 9. Memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran”. Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi G ini disajikan materi tentang pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Selain itu disajikan pula cara mengevaluasi data hasil penilaian dan pengembangan program tindak lanjut penilaian. Pada dalam modul, sajian materi diawali dengan uraian



pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta diklat melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan terampil mengembangkan instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan serta memahami program tindak lanjut pembelajaran berdasarkan kajian hasil penilaian

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah Anda belajar modul ini adalah dapat Menyenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar. Dan Memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
8.4 Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.	8.4.1 Menyusun instrumen penilaian kompetensi pengetahuan pada mata pelajaran Kimia 8.4.2 Menyusun instrumen penilaian kompetensi sikap pada mata pelajaran Kimia 8.4.3 Menyusun instrumen penilaian kompetensi keterampilan pada mata pelajaran Kimia
8.6 Menganalisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan	8.6.1 Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah pengetahuan 8.6.2 Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah sikap 8.6.3 Menganalisis penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah



Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
	disusun untuk ranah keterampilan
8.7 Melakukan evaluasi proses dan hasil belajar	8.7.1 Mengevaluasi data hasil analisis penilaian hasil belajar aspek pengetahuan 8.7.2 Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses belajar aspek sikap 8.7.3 Mengevaluasi data hasil analisis penilaian proses dan hasil belajar aspek keterampilan
9.1 Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar	9.1.1 Menjelaskan prosedur dalam menentukan ketuntasan belajar 9.1.2 Menentukan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan kajian hasil penilaian pengetahuan
9.2 Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk merancang program remedial dan pengayaan.	9.2.3 Merancang program remedial berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi 9.2.6 Merancang program pengayaan berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi G, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

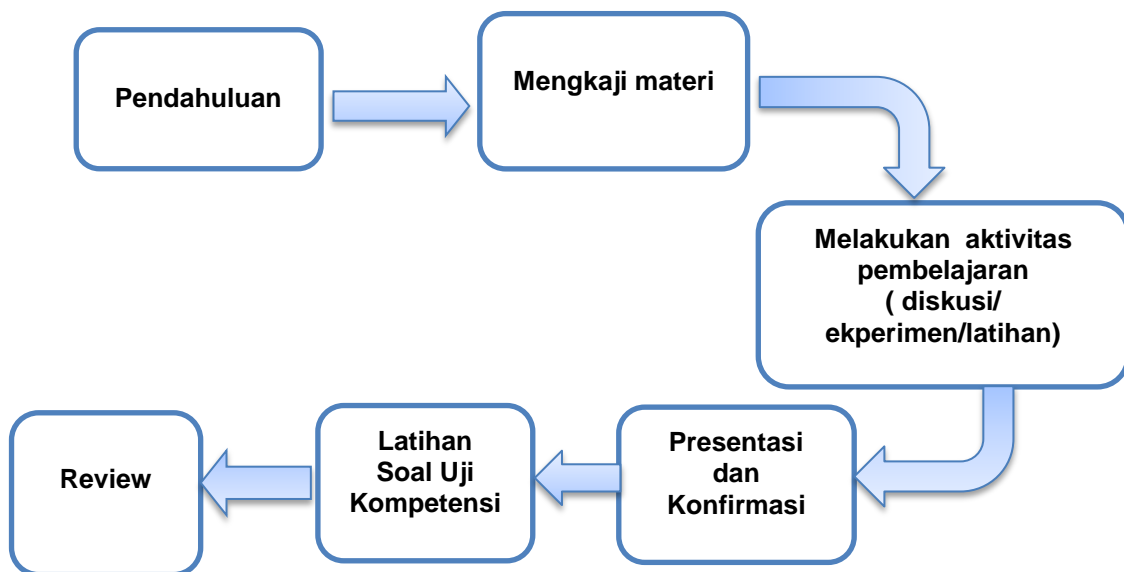
Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan.
2. Analisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan
3. Tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian.



E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Gambar 1 Saran cara penggunaan modul

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

2. Mengkaji materi

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator



pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dan sebagainya.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1:

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN

Kurikulum 2013 menerapkan penilaian autentik untuk menilai kemajuan belajar peserta didik yang meliputi sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Di dalam pelaksanaannya guru harus membuat instrumen penilaian yaitu alat yang digunakan untuk menilai capaian pembelajaran peserta didik. Instrumen yang digunakan dalam penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan dapat berupa daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*), soal tes pilihan ganda, isian atau uraian, tugas pekerjaan rumah atau proyek dan semuanya disertai rubrik. Pada kegiatan pembelajaran ini akan dibahas prinsip pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan mulai dari berikut contohnya.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat Memahami pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan dan menyusun butir soal.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Menyusun instrumen penilaian kompetensi pengetahuan pada mata pelajaran Kimia
2. Menyusun instrumen penilaian kompetensi sikap pada mata pelajaran Kimia
3. Menyusun instrumen penilaian kompetensi keterampilan pada mata pelajaran kimia



C. Uraian Materi

Untuk melengkapi perangkat pembelajaran Kimia dengan suatu model, diperlukan jenis-jenis penilaian yang sesuai. Pada uraian berikut disajikan beberapa contoh penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran kimia.

1. Penilaian Kompetensi Sikap

Pendidik melakukan penilaian kompetensi sikap melalui observasi, penilaian diri (*self assessment*), penilaian “teman sejawat” (*peer assessment*) oleh peserta didik, dan jurnal. Penilaian kompetensi sikap yang dapat dilakukan oleh para guru dengan menilai perilaku sehingga penilaian sikap dilakukan dengan cara observasi perilaku. Perilaku seseorang pada umumnya menunjukkan kecenderungan seseorang dalam sesuatu hal. Kompetensi sikap pada pembelajaran Kimia yang harus dicapai peserta didik sudah terinci pada KD dari KI 1 dan KI 2. Guru Kimia dapat merancang lembar pengamatan penilaian sikap untuk masing-masing KD sesuai dengan karakteristik proses pembelajaran yang disajikan untuk pencapaian kompetensi dasar pengetahuan dan keterampilan atau KD dari KI 3 dan KI 4. Hasil observasi dapat dijadikan sebagai umpan balik dalam pembinaan. Contoh penilaian kompetensi sikap dalam pembelajaran kimia.

a. Penilaian Kompetensi Sikap melalui Observasi

Penilaian kompetensi sikap atau perilaku dapat dilakukan oleh guru pada saat peserta didik melakukan praktikum atau diskusi, guru dapat mengembangkan lembar observasi seperti contoh berikut.

1) Lembar Penilaian Kompetensi Sikap pada Kegiatan Praktikum

Lembar Penilaian pada Kegiatan Praktikum

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/Semester : XII/I

Topik/Subtopik : Sel elektrolisis

Judul Praktikum: Reaksi redoks pada sel elektrolisis

Indikator: Peserta didik menunjukkan perilaku ilmiah disiplin, tanggung jawab, kerjasama, teliti, kreatif dan peduli lingkungan dalam melakukan percobaan kimia



No	Nama Siswa	Perilaku						Keterangan
		Disiplin	Tanggung jawab	Kerjasama	Teliti	Kreatif	Peduli Lingkungan	
1.								
2.								
....								

2) Lembar Penilaian Kompetensi Sikap pada saat Diskusi

Lembar Penilaian pada Kegiatan Diskusi

Mata Pelajaran: Kimia

Kelas/Semester: XII / 1

Topik: Sel elektrolisis

Indikator: Peserta didik menunjukkan perilaku kerjasama, rasa ingin tahu, santun, dan komunikatif sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

No	Nama Siswa	Perilaku				Keterangan
		Kerjasama	Rasa ingin tahu	Santun	Komunikatif	
1.	Abimanyu					
2	Citra					
dst						

Cara pengisian lembar penilaian sikap adalah dengan memberikan skor pada kolom-kolom sesuai hasil pengamatan terhadap peserta didik selama kegiatan yaitu:. Kolom aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik : 3 = baik : 2 = cukup : 1 = kurang

b. Penilaian Kompetensi Sikap melalui Penilaian Diri

Penilaian diri digunakan untuk memberikan penguatan (*reinforcement*) terhadap kemajuan proses belajar peserta didik. Untuk itu penilaian diri oleh peserta didik di kelas perlu dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Menjelaskan kepada peserta didik tujuan penilaian diri.
- 2) Menentukan kompetensi yang akan dinilai.
- 3) Menentukan kriteria penilaian yang akan digunakan.



- 4) Merumuskan format penilaian, dapat berupa daftar tanda cek, atau skala penilaian.

Penilaian diri setelah peserta didik selesai belajar satu KD

Contoh format penilaian diri setelah peserta didik belajar satu KD

Penilaian Diri			
Topik:.....		Nama:	
		Kelas:	
Setelah mempelajari materi Sel elektrolisis, Anda dapat melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda V pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuan.			
No	Pernyataan	Sudah memahami	Belum memahami
1.	Memahami konsep sel elektrolisis		
2.	Memahami reaksi redoks yang terjadi pada elektrolisis larutan dengan elektroda inert		
3.	Memahami reaksi redoks yang terjadi pada elektrolisis larutan dengan elektroda tidak inert		
		

Penilaian diri setelah melaksanakan suatu tugas.

Contoh format penilaian diri setelah peserta didik mengerjakan Tugas Proyek Kimia

Penilaian Diri			
Tugas:.....		Nama:.....	
		Kelas:.....	
<i>Bacalah baik-baik setiap pernyataan dan berilah tanda V pada kolom yang sesuai dengan keadaan dirimu yang sebenarnya.</i>			
No	Pernyataan	YA	TIDAK
1	Selama melakukan tugas kelompok saya bekerjasama dengan teman satu kelompok		
2	Saya mencatat data dengan teliti dan sesuai dengan fakta		
3	Saya melakukan tugas sesuai dengan jadwal yang telah dirancang		
4	.....	



Pada penilaian diri ini Anda dapat memberi skor misalnya Ya=2, Tidak =1 dan membuat rekapitulasi bagi semua peserta didik. Penilaian diri, selain sebagai penilaian sikap jujur juga dapat diberikan untuk mengukur pencapaian kompetensi pengetahuan, misalnya peserta didik diminta mengerjakan soal-soal sebelum ulangan akhir bab dilakukan dan mencocokkan dengan kunci jawaban yang tersedia pada buku siswa. Berdasarkan hasilnya, diharapkan peserta didik akan belajar kembali pada topik-topik yang belum mereka kuasai. Untuk melihat hasil penilaian diri peserta didik, guru dapat membuat format rekapitulasi penilaian diri peserta didik dalam satu kelas. Contoh dapat dipelajari pada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama, 2013, PANDUAN PENILAIAN UNTUK SEKOLAH MENENGAH Jakarta Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

c. Penilaian Teman Sebaya (*Peer Assessment*)

Penilaian teman sebaya atau antar peserta didik merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk saling menilai terkait dengan pencapaian kompetensi. Instrumen yang digunakan berupa lembar pengamatan antar antar peserta didik. Penilaian teman antar peserta didik dilakukan oleh peserta didik terhadap 3 (tiga) teman sekelas atau sebaliknya. Contoh penilaian antar peserta didik pada pembelajaran kimia.

Penilaian antar Peserta Didik

Mata Pelajaran : Kimia

Kelas/Semester : XII / 1

Topik/Subtopik :

Indikator : Peserta didik menunjukkan perilaku kerjasama, rasa ingin tahu, santun, dan komunikatif sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan



Format penilaian yang diisi peserta didik

Penilaian antar Peserta Didik			
Topik/Subtopik:		Nama Teman yang dinilai:	
Tanggal Penilaian:		Nama Penilai:.....	
<ul style="list-style-type: none"> - Amati perilaku temanmu dengan cermat selama mengikuti pembelajaran Kimia - Berikan tanda v pada kolom yang disediakan berdasarkan hasil pengamatannya. - Serahkan hasil pengamatanmu kepada gurumu 			
No	Perilaku	Dilakukan/muncul	
		YA	TIDAK
1.	Mau menerima pendapat teman		
2.	Memaksa teman untuk menerima pendapatnya		
3.	Memberi solusi terhadap pendapat yang bertentangan		
4.	Mau bekerjasama dengan semua teman		
5.	.....	

Pengolahan Penilaian:

Perilaku/sikap pada instrumen di atas ada yang positif (no 1. 3 dan 4) dan ada yang negatif (no 2) Pemberian skor untuk perilaku positif YA = 2, Tidak = 1. Untuk yang negatif Ya = 1 dan Tidak = 2

d. Penilaian Jurnal (*anecdotal record*)

Jurnal merupakan kumpulan rekaman catatan guru dan/atau tenaga kependidikan di lingkungan sekolah tentang sikap dan perilaku positif atau negatif, selama dan di luar proses pembelajaran mata pelajaran. Jurnal dapat memuat penilaian peserta didik terhadap aspek tertentu secara kronologis.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membuat jurnal adalah:

- Catatan atas pengamatan guru harus objektif
- Pengamatan dilaksanakan secara selektif, artinya yang dicatat hanyalah kejadian/peristiwa yang berkaitan dengan Kompetensi Inti.
- Pencatatan segera dilakukan (jangan ditunda-tunda)
- Setiap peserta didik memiliki Jurnal yang berbeda (kartu Jurnal yang berbeda)



Contoh Format Jurnal

1) Jurnal Model Pertama

<u>JURNAL</u>	
Aspek yang diamati:	Nama Peserta Didik:
Kejadian:	Nomor Peserta Didik:
Tanggal:	
Catatan Pengamatan Guru:	

Petunjuk pengisian jurnal (diisi oleh guru):

- Tulislah identitas peserta didik yang diamati, tanggal pengamatan dan aspek yang diamati oleh guru.
- Tuliskan kejadian-kejadian yang dialami oleh Peserta didik baik yang merupakan kekuatan maupun kelemahan Peserta didik sesuai dengan pengamatan guru terkait dengan Kompetensi Inti.
- Simpanlah kartu tersebut di dalam folder masing-masing Peserta didik

2) Jurnal Model Kedua

<u>JURNAL</u>			
Nama Peserta Didik:			
Kelas:			
Aspek yang diamati:			
No	Hari/Tanggal	Kejadian	Keterangan/ Tindak Lanjut
1.			
...			

Petunjuk pengisian jurnal sama dengan model ke satu (diisi oleh guru)



2. Penilaian Kompetensi Pengetahuan

Penilaian pengetahuan dapat berupa tes tulis, observasi pada diskusi, tanya-jawab dan percakapan serta dan penugasan (Permendikbud nomor 104 tahun 2014).

Teknik dan bentuk instrumen penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut:

Tabel 1.1. Teknik dan Bentuk Instrumen Penilaian

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
Tes tulis	Pilihan ganda, isian, jawaban singkat, benar-salah, menjodohkan, dan uraian.
Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Percakapan.	Format observasi
Penugasan	Pekerjaan rumah dan/atau tugas yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas.

1. Tes Tulis

Instrumen tes tulis umumnya menggunakan soal pilihan ganda dan soal uraian. Soal tes tertulis yang menjadi penilaian autentik adalah soal-soal yang menghendaki peserta didik merumuskan jawabannya sendiri, seperti soal-soal uraian. Soal-soal uraian menghendaki peserta didik mengemukakan atau mengekspresikan gagasannya dalam bentuk uraian tertulis dengan menggunakan kata-katanya sendiri, misalnya mengemukakan pendapat, berpikir logis, dan menyimpulkan. Pada pembelajaran kimia yang menggunakan pendekatan *scientific*, instrumen penilaian harus dapat menilai keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS, "*Higher Order thinking Skill*") menguji proses analisis, sintesis, evaluasi bahkan sampai kreatif. Untuk menguji keterampilan berpikir peserta didik, soal-soal untuk menilai hasil belajar Kimia dirancang sedemikian rupa sehingga peserta didik menjawab soal melalui proses berpikir yang sesuai dengan kata kerja operasional dalam taksonomi Bloom. Misalnya untuk menguji ranah analisis peserta didik pada pembelajaran Kimia, guru dapat membuat soal dengan menggunakan kata kerja operasional yang termasuk ranah analisis seperti menganalisis, mendeteksi, mengukur, dan menominasikan. Ranah evaluasi contohnya membandingkan, menilai, memprediksi, dan menafsirkan.

a. Bentuk Soal



Bentuk soal yang akan dibahas untuk penilaian hasil belajar kimia meliputi soal pilihan ganda, soal uraian, lembar observasi (lembar pengamatan/check list) untuk tes uji petik kerja.

Soal Pilihan Ganda

Soal pilihan ganda terdiri dari bagian pokok soal dan pilihan jawaban. Pada pilihan jawaban terdiri dari pilihan yang benar dan pengecoh. Pengecoh yang baik adalah pengecoh yang tingkat kerumitan atau tingkat kesederhanaan, serta panjang-pendeknya relatif sama dengan kunci jawaban. Kaidah penulisan soal pilihan ganda harus memperhatikan materi soal dan konstruksinya.

Materi soal sebaiknya mengikuti kriteria penulisan soal seperti berikut ini.

- 1) Soal harus sesuai dengan indikator. Artinya soal harus menanyakan perilaku dan materi yang hendak diukur sesuai dengan rumusan indikator dalam kisi-kisi.
- 2) Pengecoh harus berfungsi, pengecoh dianggap yang berfungsi dengan baik dipilih lebih banyak oleh kelompok rendah
- 3) Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar. Artinya, satu soal hanya mempunyai satu kunci jawaban.

Konstruksi soal sebaiknya mengikuti kriteria penulisan soal seperti berikut ini.

- 1) Pokok soal harus dirumuskan secara jelas dan tegas. Kemampuan atau materi yang hendak diukur/ditanyakan harus jelas. Setiap butir soal hanya mengandung satu persoalan/gagasan
- 2) Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban harus merupakan pernyataan yang diperlukan saja.
- 3) Pokok soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban yang benar.
- 4) Pokok soal tidak mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda.
- 5) Pokok soal tidak memberi petunjuk ke arah jawaban yang benar dan logis ditinjau dari segi materi. Semua pilihan jawaban harus berasal dari konsep yang sama seperti yang ditanyakan pokok soal, penulisannya harus setara, dan semua pilihan jawaban harus berfungsi.
- 6) Panjang rumusan pilihan jawaban harus relatif sama.
- 7) Pilihan jawaban jangan mengandung pernyataan "Semua pilihan jawaban di atas salah" atau "Semua pilihan jawaban di atas benar".
- 8) Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun



berdasarkan urutan besar kecilnya nilai angka atau kronologis.

- 9) Gambar, grafik, tabel, diagram, wacana, dan sejenisnya yang terdapat pada soal harus jelas dan berfungsi.
- 10) Rumusan pokok soal tidak menggunakan ungkapan atau kata yang bermakna tidak pasti seperti: sebaiknya, umumnya, kadang-kadang.
- 11) Butir soal jangan bergantung pada jawaban soal sebelumnya.

Soal Uraian

Soal bentuk uraian yaitu soal yang menuntut peserta didik untuk mengorganisasikan gagasan dengan cara mengemukakan atau mengekspresikan gagasan secara tertulis dengan menggunakan kata-katanya sendiri. Kaidah penulisan soal uraian sebaiknya memperhatikan beberapa hal baik dari materi soal maupun konstruksinya. Kriteria soal uraian adalah sebagai berikut.

- 1) Soal harus sesuai dengan indikator.
- 2) Setiap pertanyaan harus diberikan batasan jawaban yang diharapkan.
- 3) Materi yang ditanyakan harus sesuai dengan tujuan pengukuran.
- 4) Materi yang ditanyakan harus sesuai dengan jenjang atau tingkat kelas.

Konstruksi soal sebaiknya mengikuti kriteria penulisan soal seperti berikut ini.

- 1) Menggunakan kata tanya/perintah yang menuntut jawaban terurai.
- 2) Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.
- 3) Setiap soal harus ada pedoman penskorannya.
- 4) Tabel, gambar, grafik, peta, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas, terbaca, dan berfungsi.

Contoh Soal Pilihan Ganda

Indikator	: Diberikan data larutan yang akan dielektrolisis beserta elektrodanya peserta didik dapat menentukan hasil reaksi yang terjadi pada katoda dan anoda
Soal	: Temanmu melakukan elektrolisis larutan CuSO_4 0,5 M, dia menggunakan elektroda Pt sebagai katoda dan elektroda Fe sebagai anoda. Catatan pengamatan temanmu yang benar adalah.... A. gas H_2 di katoda dan anode Fe larut B. endapan Cu di katode dan gas O_2 di anoda

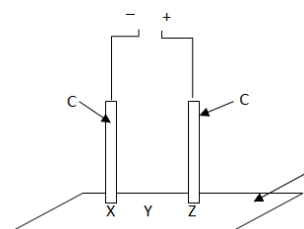


- C. gas H_2 di katoda dan gas O_2 di anoda
- D. endapan Cu di katoda dan anode Fe larut
- E. massa katoda berkurang dan massa anoda bertambah

Topik : Sel elektrolisis

Indikator: Diberikan gambar percobaan elektrolisis larutan garam dapur pada kertas lakmus basah, peserta didik dapat menentukan gejala yang terjadi di sekitar elektroda.

Soal: Amati gambar percobaan elektrolisis larutan yang dilakukan siswa secara sederhana pada kertas lakmus yang dibasahi oleh larutan garam dapur seperti pada gambar dibawah ini



Lakmus yang dibasahi oleh larutan
garam dapur

Jika warna lakmus pada larutan garam dapur adalah ungu, setelah beberapa menit catatan pengamatan siswa pada titik X, Y dan Z adalah....

	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>
A	merah	ungu	biru
B	merah	putih	biru
C	biru	ungu	merah
D	biru	ungu	putih
E	biru	merah	putih

a. Soal Uraian

Indikator : Diberikan data hasil percobaan elektrolisis, peserta didik dapat menentukan massa zat yang diendapkan dalam sel elektrolisis berdasarkan hukum Faraday II

Soal : Pada suatu percobaan larutan $AuCl_3$ yang dialiri arus listrik dengan muatan tertentu, ternyata menghasilkan 24 g Au di katoda. Jika muatan yang sama dialirkan dalam larutan $CuSO_4$, tentukan berat Cu yang terendapkan! (Ar Au= 197 dn Cu= 63,5)

Contoh Pedoman Penskoran



Kriteria	Skor
- Menuliskan reaksi reduksi ion Au^{3+} dan Cu^{2+} dengan benar	10
- Menentukan valensi Au dan Cu dengan benar	10
- Menuliskan rumus hukum Faraday II dengan benar	10
- Mencantumkan perhitungan perbandingan massa ekuivalen dengan benar	10
- Menghitung massa Cu dengan benar	10
Jumlah	50

Indikator : Peserta didik dapat menjelaskan reaksi yang terjadi pada elektrolisis larutan

Soal : Tuliskan reaksi redoks yang terjadi pada elektrolisis larutan perak nitrat !

Contoh pedoman penskoran

Kriteria Penilaian	Skor
Penulisan reaksi ionisasi AgNO_3 benar	10
Penulisan reaksi pada anoda benar	10
Penulisan reaksi pada katoda benar	10
Penulisan reaksi redoks pada sel elektrolisis benar	10
Jumlah	40

Pengembangan Soal “*Higher Order Thinking Skill*” (HOTS)

Untuk mengembangkan soal HOTS guru memerlukan pemahaman dulu dalam hal pengertian HOTS, “*Higher Order Thinking Skill*” (HOTS) atau keterampilan berpikir tingkat tinggi dibagi menjadi empat kelompok, yaitu pemecahan masalah, membuat keputusan, berpikir kritis dan berpikir kreatif (Presseisen dalam Costa, 1985). Dalam pembentukan sistem konseptual IPA proses berpikir tingkat tinggi yang biasa digunakan adalah berpikir kritis. Indikator keterampilan berpikir kritis dibagi menjadi lima kelompok (Ennis dalam Costa, 1985) yaitu ; memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, membuat penjelasan lebih lanjut serta mengatur strategi dan taktik. Keterampilan pada kelima kelompok berpikir kritis ini dirinci lagi sebagai berikut:

a). *Memberikan penjelasan sederhana* terdiri dari keterampilan memfokuskan pertanyaan, menganalisis argumen, bertanya dan menjawab pertanyaan. b). *Membangun keterampilan dasar* terdiri dari menyesuaikan dengan sumber,



mengamati dan melaporkan hasil observasi. c). *Menyimpulkan* terdiri dari keterampilan mempertimbangkan kesimpulan, melakukan generalisasi dan melakukan evaluasi. d). *Membuat penjelasan lanjut* contohnya mengartikan istilah dan membuat definisi. e). *Mengatur strategi dan taktik* contohnya menentukan suatu tindakan dan berinteraksi dengan orang lain dan berkomunikasi. Keterampilan berpikir kritis peserta didik antara lain dapat dilatih melalui pemberian masalah dalam bentuk soal yang bervariasi.

Berikut ini contoh soal HOTS pilihan ganda:

a. Topik : Larutan elektrolit dan nonelektrolit

Indikator Pencapaian Kompetensi	Menentukan larutan elektrolit dan non elektrolit dari data hasil percobaan																					
Indikator Soal	Disajikan data percobaan daya hantar listrik larutan, peserta didik dapat memilih larutan yang bersifat elektrolit kuat																					
Ranah Kognitif	Analisis																					
Perhatikan data pengamatan percobaan daya hantar listrik beberapa larutan.																						
<table><tr><th rowspan="2">Larutan</th><th colspan="2">Pengamatan</th></tr><tr><th>Nyala lampu</th><th>Gelembung gas</th></tr><tr><td>P</td><td>Tidak menyala</td><td>Ada</td></tr><tr><td>Q</td><td>Tidak menyala</td><td>Tidak ada</td></tr><tr><td>R</td><td>Menyala</td><td>Ada</td></tr><tr><td>S</td><td>Tidak menyala</td><td>Tidak ada</td></tr><tr><td>T</td><td>Menyala</td><td>Ada</td></tr></table>			Larutan	Pengamatan		Nyala lampu	Gelembung gas	P	Tidak menyala	Ada	Q	Tidak menyala	Tidak ada	R	Menyala	Ada	S	Tidak menyala	Tidak ada	T	Menyala	Ada
Larutan	Pengamatan																					
	Nyala lampu	Gelembung gas																				
P	Tidak menyala	Ada																				
Q	Tidak menyala	Tidak ada																				
R	Menyala	Ada																				
S	Tidak menyala	Tidak ada																				
T	Menyala	Ada																				
Pasangan larutan yang termasuk larutan elektrolit kuat adalah....																						
A. P dan Q																						
B. R dan S																						
C. R dan T.																						
D. Q dan R																						

b. Topik Laju Reaksi

Indikator Pencapaian Kompetensi	Menentukan rumus laju reaksi berdasarkan data percobaan
Indikator Soal	Disajikan data percobaan penentuan laju reaksi dalam berbagai konsentrasi siswa dapat memilih salah satu rumus persamaan laju reaksi yang sesuai dengan data tersebut
Ranah Kognitif	Sintesis

Data percobaan laju reaksi $2 \text{ CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow \text{CO}_{2(g)}$ adalah sebagai berikut :

No	Konsentrasi awal (M)		Laju reaksi M detik ⁻¹
	CO	O ₂	



1	2×10^{-3}	2×10^{-3}	4×10^{-3}
2	4×10^{-3}	2×10^{-3}	8×10^{-3}
3	4×10^{-3}	8×10^{-3}	32×10^{-3}

Rumus laju reaksi tersebut adalah

A. $V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)$
 B. $V = k (\text{CO})^2 (\text{O}_2)$
 C. $V = k (\text{CO})^2 (\text{O}_2)^2$
 D. $V = k (\text{CO}) (\text{O}_2)^3$

2. Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Percakapan.

Penilaian terhadap pengetahuan peserta didik dapat dilakukan melalui observasi terhadap diskusi, tanya jawab, dan percakapan. Teknik ini adalah cerminan dari penilaian autentik. Ketika terjadi diskusi, guru dapat mengenal kemampuan peserta didik dalam kompetensi pengetahuan (fakta, konsep, prosedur) seperti melalui pengungkapan gagasan yang orisinal, kebenaran konsep, dan ketepatan penggunaan istilah/fakta/prosedur yang digunakan pada waktu mengungkapkan pendapat, bertanya, atau pun menjawab pertanyaan. Contoh format observasi terhadap diskusi dan tanya jawab

Nama Peserta Didik	Pernyataan						Jumlah	
	Pengungkapan gagasan yang orisinal		Kebenaran konsep		Ketepatan penggunaan istilah			
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
Fitria								
.....								

Keterangan: diisi dengan ceklis (\checkmark)

3. Penugasan

Penugasan adalah penilaian yang dilakukan oleh pendidik yang dapat berupa pekerjaan rumah baik secara individu ataupun kelompok sesuai dengan karakteristik tugasnya. Instrumen penugasan berupa pekerjaan rumah dan/atau proyek yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas. Contoh instrumen tugas untuk suatu topik dalam satu KD



Membuat rancangan perangkat sel elektrolisis untuk proses penyepuhan dan melakukan pratik penyepuhan

TUGAS:

Penyepuhan dengan emas atau perak banyak dilakukan orang agar perhiasan dari logam besi atau tembaga kelihatan seolah-olah terbuat dari emas atau perak. Proses sederhana ini selain di toko emas juga dapat ditemui di pasar tradisional. Cobalah cari informasi melalui wawancara dengan tukang sepuhnya, benda apa saja yang sering dibawa orang untuk disepuh, berapa biaya penyepuhannya, alat dan bahan apa saja yang digunakan tukang sepuh.

Untuk penilaian tugas guru dapat membuat rubriknya disesuaikan dengan tugas yang diberikan pada peserta didik.

3. Penilaian Kompetensi Keterampilan

Kompetensi keterampilan terdiri atas keterampilan abstrak dan keterampilan kongkret. Penilaian kompetensi keterampilan dapat dilakukan dengan menggunakan: Unjuk kerja/kinerja/praktik, proyek, produk dan portofolio

a. Penilaian Unjuk Kerja/Kinerja/Praktik

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik dilakukan dengan cara mengamati kegiatan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Penilaian ini cocok digunakan untuk menilai ketercapaian kompetensi yang menuntut peserta didik melakukan tugas tertentu seperti: praktikum di laboratorium, praktik ibadah, praktik olahraga, presentasi, bermain peran, memainkan alat musik, bernyanyi, dan membaca puisi/deklamasi. Contoh untuk menilai unjuk kerja/kinerja/praktik di laboratorium dilakukan pengamatan terhadap penggunaan alat dan bahan praktikum.

Contoh Instrumen Penilaian Praktik

Topik : Sel elektrolisis

KI: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

KD: 4.3. Menciptakan ide/gagasan produk sel elektrokimia.

Indikator: Merangkai alat percobaan elektrolisis dan melakukan percobaan penyepuhan

**Lembar Pengamatan**

Topik:

Kelas:

No	Nama	Persiapan Percobaan	Pelaksanaan Percobaan	Kegiatan Akhir Percobaan	Jumlah Skor
1.				
2.					

Rubrik

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Percobaan (Menyiapkan alat Bahan)	30	<ul style="list-style-type: none"> - Alat-alat sudah tersedia, tertata rapih sesuai dengan keperluannya - Bahan-bahan/larutan untuk percobaan sudah disiapkan di meja praktikum - Lembar kegiatan praktikum tersedia - Menggunakan jas laboratorium
		20	Ada 3 aspek yang terpenuhi
		10	Ada 2 aspek yang terpenuhi
2	Pelaksanaan Percobaan	30	<ul style="list-style-type: none"> - Memasang tabung U pada statif dengan sempurna - Membersihkan elektroda sebelum digunakan - Meletakkan elektroda pada kutub dengan tepat - Mencelupkan elektroda dengan kedalaman yang sama - Mengisi larutan pada tabung U secukupnya - Memberikan arus sesuai aturan pada percobaan elektrolisis
		20	Ada 4 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
3	Kegiatan akhir praktikum	30	<ul style="list-style-type: none"> - Membuang larutan atau sampah ketempatnya - Membersihkan alat dengan baik - Membersihkan meja praktikum - Mengembalikan alat ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek yang tersedia

b. Penilaian Proyek

Penilaian proyek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasi, kemampuan menyelidiki dan kemampuan menginformasikan suatu hal secara jelas. Penilaian proyek dilakukan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai pelaporan dan merupakan kegiatan penilaian terhadap



suatu tugas yang harus diselesaikan dalam periode/waktu tertentu. Untuk menilai setiap tahap perlu disiapkan kriteria penilaian atau rubrik. Pada penilaian proyek setidaknya ada 3 (tiga) hal yang perlu dipertimbangkan yaitu:

- Kemampuan pengelolaan; kemampuan peserta didik dalam memilih topik, mencari informasi dan mengelola waktu pengumpulan data serta penulisan laporan.
- Relevansi; kesesuaian dengan mata pelajaran, dengan mempertimbangkan tahap pengetahuan, pemahaman dan keterampilan dalam pembelajaran.
- Keaslian; proyek yang dilakukan peserta didik harus merupakan hasil karyanya, dengan mempertimbangkan kontribusi guru berupa petunjuk dan dukungan terhadap proyek peserta didik.

Contoh Instrumen

Instrumen Penilaian Proyek		
Nama Proyek: Alokasi Waktu:		Guru Pembimbing: Nama : Kelas:
No.	ASPEK	SKOR (1 - 5)
1	PERENCANAAN : a. Rancangan Alat - Alat dan bahan - Gambar b. Uraian cara menggunakan alat	
2	PELAKSANAAN : a. Keakuratan Sumber Data / Informasi b. Kuantitas Sumber Data c. Analisis Data d. Penarikan Kesimpulan	
3	LAPORAN PROYEK : a. Sistematika Laporan b. Performans c. Presentasi	
TOTAL SKOR		

c. Penilaian Produk

Penilaian produk adalah penilaian terhadap proses pembuatan dan kualitas suatu produk. Pengembangan produk meliputi 3 (tiga) tahap dan setiap tahap perlu diadakan penilaian yaitu:



1. Tahap persiapan, meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam merencanakan, menggali, dan mengembangkan gagasan, dan mendesain produk.
2. Tahap pembuatan produk (proses), meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam menyeleksi dan menggunakan bahan, alat, dan teknik.
3. Tahap penilaian produk (*appraisal*), meliputi: penilaian produk yang dihasilkan peserta didik sesuai kriteria yang ditetapkan.

Teknik Penilaian Produk

Penilaian produk biasanya menggunakan cara holistik atau analitik.

- 1) Cara holistik, yaitu berdasarkan kesan keseluruhan dari produk, biasanya dilakukan pada tahap appraisal.
- 2) Cara analitik, yaitu berdasarkan aspek-aspek produk, biasanya dilakukan terhadap semua kriteria yang terdapat pada semua tahap proses pengembangan.

<u>Format Penilaian Produk</u>		
Materi Pelajaran :	Nama Peserta didik:	
Nama Produk :	Kelas :	
Alokasi Waktu :		
No	Tahapan	Skor (1 – 5)*
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi	
TOTAL SKOR		

Catatan : *) Skor diberikan dengan rentang skor 1 sampai dengan 5, dengan ketentuan semakin lengkap jawaban dan ketepatan dalam proses pembuatan maka semakin tinggi nilainya.



d. Penilaian Portofolio

Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya peserta didik secara individu pada satu periode untuk suatu mata pelajaran. Pada akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru dan peserta didik sendiri. Karya pada mata pelajaran kimia antara lain: gambar, foto, resensi buku/literatur, laporan penelitian dan karya nyata individu peserta didik yang diperoleh dari pengalaman.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dan dijadikan pedoman dalam penggunaan penilaian portofolio di sekolah silahkan baca pada Permendikbud Nomor 104 tahun 2014 dan diskusikan!.

Contoh Tugas Portofolio

Mata Pelajaran :	Kimia
Kelas/Semester:	XII / 1
Peminatan :	Matematika dan Ilmu Alam
Tahun Ajaran :	2014/2015
Judul portofolio :	Penyusunan laporan perancangan percobaan dan laporan praktikum
Indikator :	Peserta didik dapat menyusun laporan perancangan percobaan dan menyusun laporan praktikum Kimia sebagai tulisan ilmiah
Ruang lingkup :	
Karya portofolio yang dikumpulkan adalah laporan seluruh hasil rancangan/rakitan alat dan laporan praktikum kimia semester 1	
Uraian tugas portofolio	
1. Buatlah laporan kegiatan perancangan percobaan, laporan praktikum Kimia sebagai tulisan ilmiah	
2. Setiap laporan dikumpulkan selambat-lambatnya seminggu setelah peserta didik melaksanakan tugas	

Contoh format penilaian portofolio penyusunan laporan perancangan percobaan dan laporan praktikum



Mata Pelajaran : Kimia
Alokasi Waktu : 1 Semester
Sampel yang dikumpulkan : Laporan
Nama Peserta didik :
Kelas:

No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan /Nilai
			Kebenaran Konsep	Kelengkapan gagasan	Sistematika	Tatabahasa	
1	.....	.....			
2	Menyusun laporan perancangan percobaan penyepuhan	15-08-2015 sd 22-08-2015					
3	Menyusun laporan praktikum penyepuhan	22-08-2015 sd 30-08-2015					
3	.....	...			

Rubrik Penilaian Portofolio Laporan Praktikum:

No	Komponen	Skor
1	Kebenaran Konsep	Skor 25 jika seluruh konsep Kimia pada laporan benar Skor 15 jika sebagian konsep Kimia pada laporan benar Skor 5 jika semua konsep Kimia pada laporan salah
2	Kelengkapan gagasan	Skor 25 jika kelengkapan gagasan sesuai konsep Skor 15 jika kelengkapan gagasan kurang sesuai konsep Skor 5 jika kelengkapan gagasan tidak sesuai konsep
3	Sistematika	Skor 25 jika sistematika laporan sesuai aturan yang disepakati Skor 15 jika sistematika laporan kurang sesuai aturan yang disepakati Skor 5 jika sistematika laporan tidak sesuai aturan yang disepakati
4	Tatabahasa	Skor 25 jika tatabahasa laporan sesuai aturan EYD Skor 15 jika tatabahasa laporan kurang sesuai aturan EYD Skor 5 jika tatabahasa laporan tidak sesuai aturan EYD

Keterangan:

Skor maksimal = jumlah komponen yang dinilai x 25= 4x25=100

Nilai portofolio = $Nilai = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{skor maksimal}} \times 4$



D. Aktivitas Dalam Pembelajaran Kimia

Setelah mengkaji materi ini Anda dapat mencoba mengembangkan instrumen penilaian untuk kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan.

Lembar Kegiatan

Instrumen Penilaian Sikap, Pengetahuan dan Keterampilan

Tujuan Kegiatan: Melalui kegiatan ini diharapkan Anda mampu merancang instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan dalam pembelajaran Kimia.

Langkah Kerja:

1. Cermati contoh-contoh instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan pada uraian materi.
2. Pilihlah satu subtopik untuk dari satu KD, rancanglah contoh instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan pada format seperti pada contoh di uraian materi untuk masing-masing bentuk penilaian.
3. Presentasikan hasil kerja kelompok Anda dan Perbaiki rancangan instrumen penilaian jika ada saran atau usulan perbaikan

E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah Jawaban yang paling tepat.

1. Diantara teknik penilaian berikut, yang tidak termasuk penilaian pengetahuan adalah....
 - A. observasi terhadap diskusi
 - B. tes tertulis
 - C. penugasan
 - D. portofolio tes



2. Seorang guru menilai kompetensi sikap peserta didik dengan instrumen penilaian memuat tabel sebagai berikut.

Lembar Penilaian						
No	Nama Siswa	Komunikatif	Santun	Demokratis	Proaktif	Keterangan
1.					
2.						
.....						

Guru tersebut mengisi kolom aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut: 4 = sangat baik, 3 = baik 2 = cukup 1 = kurang
Tabel tersebut merupakan bagian dari instrumen....

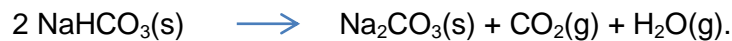
- A. penilaian diri pada saat praktikum
 - B. observasi sikap pada saat praktikum
 - C. observasi sikap pada saat diskusi kelompok
 - D. penilaian antar peserta didik pada saat diskusi kelompok
3. Perhatikan kompetensi berikut : *Merancang dan melakukan percobaan kimia yang mencakup perumusan masalah, mengajukan hipotesis, menentukan variabel, memilih instrumen, mengumpulkan, mengolah dan menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.* Penilaian yang paling sesuai dilakukan untuk menguji pencapaian kompetensi tersebut, adalah....
- A. jurnal, portofolio, proyek
 - B. proyek, tes praktik, dan portofolio
 - C. tes praktik, portofolio dan tes sikap
 - D. penilaian diri, portofolio, dan jurnal
4. Seorang guru akan menguji kinerja siswa dalam praktikum titrasi. Aspek keterampilan yang tidak perlu dinilai dalam cara melakukan titrasi adalah....
- A. menggoyang larutan pada erlenmeyer saat titrasi
 - B. cara memegang kran buret
 - C. membaca skala buret



D. memilih indicator

5. Seorang guru kimia kelas X menulis soal materi Perhitungan Kimia sebagai berikut

Natrium hidrogen karbonat jika dipanaskan terurai dengan reaksi:



Jika sampel NaHCO_3 dipanaskan, maka volum gas CO_2 yang dihasilkan adalah (Volum molar gas= 24 L)

A. 24 L B. 36 L C. 48 L D. 60 L

Ada satu kelemahan pada soal tersebut yaitu....

- A. tidak mencantumkan jumlah sampel yang diukur
 - B. option diurut dari yang kecil ke yang besar
 - C. koefisien reaksi sudah dicantumkan pada persamaan reaksi
 - D. mencantumkan volum molar gas
6. Untuk menilai siswa di dalam keterampilan merangkai alat elektrolit dan non elektrolit guru menggunakan teknik penilaian....
- A. tertulis
 - B. unjuk kerja
 - C. portofolio
 - D. penugasan
7. Seorang guru kimia akan mengevaluasi proses dan hasil belajar peserta didik pada KD 4.1 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk mengetahui sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit. Jenis dan bentuk penilaian yang tepat untuk menguji ketercapaian KD ini adalah penilaian
- A. sikap dengan tes portofolio
 - B. keterampilan dengan tes praktik
 - C. pengetahuan dengan tes proyek
 - D. pengetahuan dengan tes pilihan ganda



8. Perhatikan contoh format penilaian berikut

No	Indikator	Periode	Aspek yang dinilai				Catatan/ Nilai
			Kebenaran Konsep	Kelengkapan gagasan	Sistematika	Tata-bahasa	
1	Menyusun laporan praktikum sel elektrolisis	15 sd 22 Agustus 2015					
2	Menyusun laporan pelaksanaan proyek praktik penyepuhan	.....				

Format diatas merupakan instrumen penilaian yang dikembangkan guru untuk menilai kompetensi keterampilan. Jenis penilaian yang menggunakan format tersebut adalah penilaian....

- A. portofolio
- B. produk
- C. Proyek
- D. praktek

F. Rangkuman

Penilaian kompetensi sikap dilakukan melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal, penilaian kompetensi pengetahuan adalah melalui tes tertulis, observasi terhadap diskusi, tanya jawab dan percakapan dan penugasan. sedangkan penilaian kompetensi keterampilan melalui unjuk kerja/ kinerja/praktik, proyek, produk dan portofolio dan tertulis.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran



berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: ANALISIS DAN TINDAK LANJUT PENILAIAN

Penilaian hasil belajar oleh pendidik berfungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik dilaksanakan untuk memenuhi fungsi formatif dan sumatif dalam penilaian, dan bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan kompetensi, menetapkan ketuntasan penguasaan kompetensi, menetapkan program perbaikan atau pengayaan berdasarkan tingkat penguasaan kompetensi dan memperbaiki proses pembelajaran. Untuk mencapai tujuan tersebut hasil penilaian harus diolah menggunakan kriteria yang telah ditentukan sesuai Permendikbud no 104 tahun 2014 dan Pedoman Penilaian yang diterbitkan oleh Pemerintah. Pada modul ini akan dibahas secara singkat tentang analisis hasil penilaian proses dan hasil belajar untuk berbagai tujuan dan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat mengolah hasil penilaian proses dan hasil belajar pada ranah sikap, pengetahuan dan keterampilan dan melaksanakan tindak lanjut hasil penilaian

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Mengolah penilaian proses dan hasil belajar berdasarkan instrumen yang telah disusun untuk ranah sikap, pengetahuan dan keterampilan
2. Mengevaluasi data hasil analisis penilaian hasil belajar aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan
3. Menjelaskan prosedur dalam menentukan ketuntasan belajar



4. Menentukan tindak lanjut pembelajaran berdasarkan kajian hasil penilaian pengetahuan
5. Merancang program remedial berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi
6. Merancang program pengayaan berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi

C. Uraian Materi

Pengolahan Hasil Penilaian

Hasil penilaian oleh pendidik setiap semester perlu diolah untuk dimasukkan ke dalam laporan capaian kompetensi (LCK atau rapor). Pengolahan yang dimaksud dengan cara input data nilai ke dalam format yang dibuat dan dikembangkan oleh masing-masing sekolah berdasarkan peraturan yang berlaku. Pembahasan pengolahan hasil pembelajaran pada modul ini meliputi pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan. Uraian materi diambil dari Panduan Penilaian SMA, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan tahun 2015, karena pengolahan hasil penilaian hasil belajar merupakan kebijakan pemerintah yang harus diikuti oleh sekolah.

1. Nilai Sikap Spiritual dan Sikap Sosial

Nilai kompetensi sikap diolah dan direkap sampai mendapatkan nilai akhir atau nilai untuk rapor. Langkah-langkah menyusun rekapitulasi penilaian sikap untuk satu semester adalah

- a. Wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK mengelompokkan (menandai) catatan jurnal ke dalam sikap spiritual dan sikap sosial.
- b. Wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK membuat rumusan deskripsi singkat sikap spiritual dan sikap sosial sesuai dengan catatan-catatan jurnal untuk setiap peserta didik yang ditulis dengan kalimat positif. Deskripsi tersebut menyebutkan sikap/perilaku yang sangat baik dan/atau kurang baik dan yang perlu bimbingan Wali kelas mengumpulkan deskripsi singkat (rekap) sikap dari guru mata pelajaran dan guru BK dan menyimpulkannya
- d. Deskripsi yang ditulis pada sikap spiritual dan sikap sosial adalah perilaku yang menonjol, sedangkan sikap spiritual dan sikap sosial yang belum



- mencapai kriteria (indikator) dideskripsikan sebagai perilaku yang perlu pembimbingan.
- e. Dalam hal peserta didik tidak ada catatan apapun dalam jurnal, sikap peserta didik tersebut diasumsikan berperilaku sesuai indikator kompetensi.
 - f. Rekap hasil observasi sikap spritual dan sikap sosial yang dilakukan oleh wali kelas sebagai deskripsi untuk mengisi buku rapor pada kolom hasil belajar sikap.

Rambu-rambu deskripsi pencapaian sikap:

- 1) Sikap yang ditulis adalah sikap spritual dan sikap sosial.
- 2) Deskripsi sikap terdiri atas keberhasilan dan/atau ketercapaian sikap yang diinginkan dan belum tercapai yang memerlukan pembinaan dan pembimbingan.
- 3) Substansi sikap spritual adalah hal-hal yang berkaitan dengan menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- 4) Substansi sikap sosial adalah hal-hal yang berkaitan dengan menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, dst dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam
- 5) Hasil penilaian pencapaian sikap dalam bentuk predikat dan deskripsi.
- 6) Predikat untuk sikap spritual dan sikap sosial dinyatakan dengan A= sangat baik, B= baik, C= cukup, dan D= kurang. Deskripsi dalam bentuk kalimat positif, memotivasi dan bahan refleksi

Contoh Deskripsi

Adrian:

Selalu bersyukur dan berdoa sebelum melakukan kegiatan serta memiliki toleran pada agama yang berbeda; ketaatan beribadah mulai berkembang.

Adrian:

Memiliki sikap santun, disiplin, dan tanggung jawab yang baik, responsif dalam pergaulan; sikap kepedulian mulai meningkat.

2. Nilai Pengetahuan

Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil penilaian harian selama satu semester untuk mengetahui pencapaian kompetensi pada setiap KD pada KI-3. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan di dalam pengolahan capaian kompetensi pengetahuan, yaitu:



- 1) Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil penilaian harian selama satu semester untuk mengetahui pencapaian kompetensi pada setiap KD pada KI-3.
- 2) Penilaian harian dapat dilakukan melalui tes tertulis dan/atau penugasan, maupun observasi pada diskusi, tanya jawab dan percakapan, dan lain-lain sesuai dengan karakteristik masing-masing KD.
- 3) Pelaksanaan penilaian harian dapat dilakukan setelah pembelajaran satu KD atau lebih.
- 4) Penilaian harian dapat dilakukan lebih dari satu kali untuk KD dengan cakupan materi luas dan kompleks sehingga penilaian harian tidak perlu menunggu pembelajaran KD tersebut selesai.

Berikut contoh pengolahan nilai KD pada KI-3. Hasil penilaian pengetahuan yang dilakukan oleh pendidik dengan berbagai teknik penilaian dalam satu semester direkap dan didokumentasikan pada tabel pengolahan nilai sesuai dengan KD yang dinilai. Jika dalam satu KD dilakukan penilaian lebih dari satu kali maka nilai akhir KD tersebut merupakan nilai rerata. Nilai akhir pencapaian pengetahuan mata pelajaran tersebut diperoleh dengan cara merata-ratakan hasil pencapaian kompetensi setiap KD selama satu semester. Nilai akhir selama satu semester pada rapor ditulis dalam bentuk angka pada skala 0 – 100 dan predikat serta dilengkapi dengan deskripsi singkat kompetensi yang menonjol berdasarkan pencapaian KD selama satu semester.

Contoh pengolahan nilai pengetahuan mata pelajaran Kimia kelas XII semester I

No	Nama	KD	Hasil Penilaian Harian				Penilaian Akhir Semester	Rerata (Pembulatan)
			1	2	3	.....	
1	Adrian	3.1	75	68			70	71
		3.2	88				80	84
		3.3	86	80	90		80	84
		3.4	80				95	88
		3.5	60	66			70	65
	Nilai Rapor							78

Keterangan:

- 1) Penilaian harian dilakukan oleh pendidik dengan cakupan meliputi seluruh indikator dari satu kompetensi dasar
- 2) Penilaian akhir semester merupakan kegiatan yang dilakukan oleh satuan pendidikan untuk mengukur pencapaian kompetensi peserta didik pada



akhir semester. Cakupan penilaian meliputi seluruh indikator yang merepresentasikan semua KD pada semester tersebut.

- 3) Nilai KD 3.1 “Menganalisis penyebab adanya fenomena sifat koligatif larutan pada penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis” adalah

$$= \frac{75 + 68 + 70}{3} = 71$$

- 4) Nilai rapor

$$= \frac{71 + 84 + 84 + 88 + 65}{5} = 78$$

- 5) Deskripsi berisi kompetensi yang sangat baik dikuasai oleh peserta didik dan/ atau kompetensi yang masih perlu ditingkatkan. Pada nilai diatas yang kuasai peserta didik adalah KD 3.4 yang perlu ditingkatkan pada KD 3.5. Contoh deskripsi adalah:

Contoh deskripsi:

Memiliki kemampuan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi dan mengajukan ide/gagasan untuk mengatasinya. namun perlu peningkatan dalam menerapkan hukum/aturan dalam perhitungan terkait sel elektrokimia

3. Nilai Keterampilan

Nilai keterampilan diperoleh dari hasil penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik, proyek, produk, portofolio, dan bentuk lain sesuai karakteristik KD mata pelajaran. Hasil penilaian pada setiap KD pada KI-4 adalah nilai optimal jika penilaian dilakukan dengan teknik yang sama dan objek KD yang sama. Penilaian KD yang sama yang dilakukan dengan proyek dan produk atau praktik dan produk, hasil akhir penilaian KD tersebut dirata-ratakan. Untuk memperoleh nilai akhir keterampilan pada setiap mata pelajaran adalah rerata dari semua nilai KD pada KI-4 dalam satu semester. Selanjutnya, penulisan capaian keterampilan pada rapor menggunakan angka pada skala 0 – 100 dan predikat serta dilengkapi deskripsi singkat capaian kompetensi.

Contoh 1:

Berikut cara pengolahan nilai keterampilan mata pelajaran Kimia kelas XII yang dilakukan melalui praktik pada KD 4.2 sebanyak 2 kali dan KD 4.4 sebanyak 1 kali, penilaian produk laporan dari KD 4.1, KD 4.3 dan KD 4.5. Selain itu KD 4.3



melalui satu kali Proyek. Pengolahan nilai kompetensi keterampilan tertera pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Pengolahan Nilai Kompetensi Keterampilan

KD	Praktik		Produk	Proyek	Portofolio	Nilai Akhir (Pembulatan)
4.1			85			85
4.2	75	85				85
4.3			80	85		83
4.4	80					80
4.5			85			80

Keterangan:

- 1) Pada KD 4.1, 4.2, 4.4 dan 4.5 Nilai Akhir diperoleh berdasarkan nilai optimum, sedangkan untuk 4.3 diperoleh berdasarkan rata-rata karena menggunakan proyek dan produk.
- 2) Nilai akhir semester didapat dengan cara merata-ratakan nilai akhir pada setiap KD.

$$\text{Nilai Rapor} = \frac{85+85+83+80+80}{5} = 82,6 \quad \text{dibulatkan menjadi } 83$$

- 3) Nilai rapor keterampilan dilengkapi deskripsi singkat kompetensi yang menonjol berdasarkan pencapaian KD pada KI-4 selama satu semester.
- 4) Deskripsi nilai keterampilan diatas adalah: "*Memiliki keterampilan menganalisis data percobaan sifat koligatif larutan*"

Dokumen hasil penilaian keterampilan (praktik, produk, proyek) dikumpulkan dalam bentuk portofolio yang merupakan lampiran rapor yang diberikan kepada orangtua/ wali dan sebagai informasi awal pendidik di kelas berikutnya.

Ketuntasan Belajar

Ketuntasan Belajar terdiri atas ketuntasan penguasaan substansi dan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar. Ketuntasan penguasaan substansi yaitu ketuntasan belajar KD yang merupakan tingkat penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya, sedangkan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar terdiri atas ketuntasan dalam setiap semester, setiap tahun ajaran, dan tingkat satuan pendidikan. Ketuntasan Belajar dalam satu semester adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi dari sejumlah mata pelajaran yang diikutinya dalam satu semester. Ketuntasan Belajar dalam setiap tahun ajaran adalah keberhasilan peserta didik pada semester ganjil dan genap dalam satu tahun ajaran.



Ketuntasan dalam tingkat satuan pendidikan adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi seluruh mata pelajaran dalam suatu satuan pendidikan untuk menentukan kelulusan peserta didik dari satuan pendidikan

1. Fungsi Kriteria Ketuntasan Minimal

Fungsi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) bagi pendidik, peserta didik, sekolah dan orang tua peserta didik.

- sebagai acuan bagi pendidik dalam menilai kompetensi peserta didik sesuai kompetensi dasar mata pelajaran yang diikuti..
- sebagai acuan bagi peserta didik dalam menyiapkan diri mengikuti penilaian mata pelajaran.
- dapat digunakan sebagai bagian dari komponen dalam melakukan evaluasi program pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah.
- merupakan kontrak pedagogik antara pendidik dengan peserta didik dan antara satuan pendidikan dengan masyarakat.
- merupakan target satuan pendidikan dalam pencapaian kompetensi tiap mata pelajaran.

2. Mekanisme Penetapan KKM

Pada mekanisme penetapan KKM akan dibahas prinsip dan langkah-langkah penetapan KKM

a. Prinsip Penetapan KKM

Penetapan KKM perlu mempertimbangkan beberapa ketentuan sebagai berikut:

- Penetapan KKM merupakan kegiatan pengambilan keputusan yang dapat dilakukan melalui metode kualitatif dan atau kuantitatif. Metode kualitatif dapat dilakukan melalui *professional judgement* oleh pendidik dengan mempertimbangkan kemampuan akademik dan pengalaman pendidik mengajar mata pelajaran di sekolahnya. Sedangkan metode kuantitatif dilakukan dengan rentang angka yang disepakati sesuai dengan penetapan kriteria yang ditentukan.
- Penetapan nilai KKM dilakukan melalui analisis ketuntasan belajar minimal pada setiap indikator dengan memperhatikan kompleksitas, daya dukung,



dan *intake* peserta didik untuk mencapai ketuntasan kompetensi dasar dan standar kompetensi

- 3) KKM setiap Kompetensi Dasar (KD) merupakan rata-rata dari KKM indikator yang terdapat dalam Kompetensi Dasar tersebut.
- 4) KKM mata pelajaran merupakan rata-rata dari semua KKM- KD yang terdapat dalam satu semester atau satu tahun pembelajaran, dan dicantumkan dalam Laporan Hasil Belajar (LHB/Rapor) peserta didik

Pada setiap indikator atau kompetensi dasar dimungkinkan adanya perbedaan nilai ketuntasan minimal

a. Langkah-Langkah Penetapan KKM

Langkah penetapan KKM adalah sebagai berikut:

- 1) Guru atau kelompok guru mempertimbangkan tiga aspek kriteria, yaitu kompleksitas, daya dukung, dan *intake* peserta didik dengan skema sebagai berikut;



Gambar 2.1. Skema Penetapan KKM

- 2) Hasil penetapan KKM oleh guru atau kelompok guru mata pelajaran disahkan oleh kepala sekolah untuk dijadikan patokan guru dalam melakukan penilaian;
- 3) KKM yang ditetapkan disosialisaikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan, yaitu peserta didik, orang tua, dan dinas pendidikan;
- 4) KKM dicantumkan dalam LHB pada saat hasil penilaian dilaporkan kepada orang tua/wali peserta didik.

3. Penentuan Kriteria Ketuntasan Minimal

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penentuan kriteria ketuntasan minimal adalah:

- a. **Tingkat kompleksitas**, kesulitan/kerumitan setiap indikator dan kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik.



Suatu indikator dikatakan memiliki tingkat kompleksitas tinggi, apabila dalam pencapaiannya didukung oleh sekurang-kurangnya satu dari sejumlah kondisi sebagai berikut:

- 1) guru yang memahami dengan benar kompetensi yang harus dibelajarkan pada peserta didik;
- 2) guru yang kreatif dan inovatif dengan metode pembelajaran yang bervariasi;
- 3) guru yang menguasai pengetahuan dan kemampuan sesuai bidang yang diajarkan;
- 4) peserta didik dengan kemampuan penalaran tinggi;
- 5) peserta didik yang cakap/terampil menerapkan konsep;
- 6) peserta didik yang cermat, kreatif dan inovatif dalam penyelesaian tugas/pekerjaan;
- 7) waktu yang cukup lama untuk memahami materi tersebut karena memiliki tingkat kesulitan dan kerumitan yang tinggi, sehingga dalam proses pembelajarannya memerlukan pengulangan/latihan;
- 8) tingkat kemampuan penalaran dan kecermatan yang tinggi agar peserta didik dapat mencapai ketuntasan belajar.

Contoh 1.

KD 2.2 : Menerapkan konsep massa molekul relatif, persamaan reaksi, hukum-hukum dasar kimia, dan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia.

Indikator : Menentukan pereaksi pembatas dalam suatu reaksi

Indikator ini memiliki kompleksitas yang tinggi, karena untuk menentukan pereaksi pembatas diperlukan beberapa tahap pemahaman/penalaran peserta didik dalam perhitungan kimia.

Contoh 2.

KD 3.8. Menganalisis sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit berdasarkan daya hantar listriknya.

Indikator: Mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantaran listriknya

Indikator ini memiliki kompleksitas yang rendah karena tidak memerlukan tahapan berpikir/penalaran yang tinggi.

- b. Kemampuan sumber daya pendukung dalam penyelenggaraan pembelajaran pada masing-masing sekolah.**



- 1) Sarana dan prasarana pendidikan yang sesuai dengan tuntutan kompetensi yang harus dicapai peserta didik seperti perpustakaan, laboratorium, dan alat/bahan untuk proses pembelajaran;
- 2) Ketersediaan tenaga, manajemen sekolah, dan kepedulian *stakeholders* sekolah.

Contoh:

KD 4. 8: Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

Indikator : Menyimpulkan pengaruh perubahan suhu, konsentrasi, tekanan, dan volume pada pergeseran keseimbangan melalui percobaan.

Daya dukung untuk Indikator ini tinggi apabila sekolah mempunyai sarana prasarana yang cukup untuk melakukan percobaan, dan guru mampu menyajikan pembelajaran dengan baik.

c. Tingkat kemampuan (*intake*) rata-rata peserta didik

Penetapan *intake* di kelas X dapat didasarkan pada hasil seleksi pada saat penerimaan peserta didik baru, Nilai Ujian Nasional/Sekolah, rapor SMP, tes seleksi masuk atau psikotes; sedangkan penetapan *intake* di kelas XI dan XII berdasarkan kemampuan peserta didik di kelas sebelumnya.

Contoh penetapan KKM

Untuk memudahkan analisis setiap indikator, perlu dibuat skala penilaian yang *disepakati* oleh guru mata pelajaran. Contoh:

Aspek yang dianalisis	Kriteria dan Skala Penilaian		
Kompleksitas	Tinggi < 65	Sedang 65-79	Rendah 80-100
Daya Dukung	Tinggi 80-100	Sedang 65-79	Rendah <65
<i>Intake</i> siswa	Tinggi 80-100	Sedang 65-79	Rendah <65

Atau dengan menggunakan poin/skor pada setiap kriteria yang ditetapkan.

Aspek yang dianalisis	Kriteria penskoran		
Kompleksitas	Tinggi 1	Sedang 2	Rendah 3



Daya Dukung	Tinggi 3	Sedang 2	Rendah 1
Intake siswa	Tinggi 3	Sedang 2	Rendah 1

Jika indikator memiliki kriteria kompleksitas tinggi, daya dukung tinggi dan intake peserta didik sedang, maka nilai KKM-nya adalah:

$$\frac{1 + 3 + 2}{9} \times 100 = 66,7$$

Nilai KKM merupakan angka bulat, maka nilai KKM-nya adalah 67.

Contoh

Penentuan Kriteria Ketuntasan Minimal Per KD dan Indikator

Mata Pelajaran : KIMIA

Kelas/semester : X/2

Kompetensi Dasar/Indikator	Kriteria Pencapaian Ketuntasan Belajar Siswa (KD/Indikator)			Kriteria Ketuntasan Minimal	
	Komplek Sitas	Daya dukung	Intake	Pengetahuan	Keterampilan
3.8. Menganalisis sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit berdasarkan daya hantar listriknya.					
1. Menjelaskan pengertian larutan elektrolit dan nonelektrolit berdasarkan data hasil percobaan	Rendah (80)	Tinggi (85)	Sedang (70)	76,6	
2. Mengidentifikasi sifat-sifat larutan elektrolit dan non elektrolit melalui data percobaan	Rendah (80)	Tinggi (85)	Sedang (70)	78,3	
3. Mengelompokkan larutan ke dalam larutan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat hantarnya listriknya	Sedang (70)	Tinggi (85)	Sedang (70)	73,3	
4. Menjelaskan penyebab kemampuan larutan elektrolit menghantarkan arus listrik	Sedang (70)	Sedang (70)	Sedang (70)	73,3	
5.					
4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk mengetahui sifat larutan elektrolit dan larutan non- elektrolit					
1. Merancang alat dan percobaan untuk menyelidiki sifat larutan berdasarkan daya hantar listriknya	Sedang (70)	Tinggi (80)	Sedang (70)		73,3
2. Melakukan percobaan daya hantar listrik pada beberapa larutan.	Tinggi (65)	Sedang (70)	Sedang (70)		68,3
3. Menganalisis data hasil percobaan daya hantar listrik larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.					
4. ....dst..					
KKM				.....



Untuk menentukan KKM KD, seluruh nilai KKM Indikator dirata-ratakan, kemudian dibulatkan. Misal diperoleh KKM 74,5 maka dibulatkan menjadi 75

PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Untuk memahami program remedial Anda dapat mempelajari tentang hakikat pembelajaran remedial, prinsip, bentuk dan pelaksanaannya.

a. Hakikat Pembelajaran Remedial

Remedial diperlukan bagi peserta didik yang belum mencapai kemampuan minimal yang ditetapkan dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. Pemberian program pembelajaran remedial didasarkan atas latar belakang bahwa pendidik perlu memperhatikan perbedaan individual peserta didik. Dengan diberikannya pembelajaran remedial bagi peserta didik yang belum mencapai tingkat ketuntasan belajar, maka peserta didik ini memerlukan waktu lebih lama daripada mereka yang telah mencapai tingkat penguasaan. Mereka juga perlu menempuh penilaian kembali setelah mendapatkan program pembelajaran remedial.

b. Prinsip Pembelajaran Remedial

Pembelajaran remedial merupakan pemberian perlakuan khusus terhadap peserta didik yang mengalami hambatan dalam kegiatan belajarnya. Hambatan yang terjadi dapat berupa kurangnya pengetahuan dan keterampilan prasyarat atau lambat dalam mencapai kompetensi. Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran remedial sesuai dengan sifatnya sebagai pelayanan khusus antara lain adalah adaptif, interaktif, fleksibilitas dalam metode pembelajaran dan penilaian, pemberian umpan balik sesegera mungkin dan kesinambungan dan ketersediaan dalam pemberian pelayanan

c. Bentuk Kegiatan Remedial

Dengan memperhatikan pengertian dan prinsip pembelajaran remedial tersebut, maka pembelajaran remedial dapat diselenggarakan dengan berbagai kegiatan antara lain:

- 1) Memberikan tambahan penjelasan atau contoh
- 2) Menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda dengan sebelumnya
- 3) Mengkaji ulang pembelajaran yang lalu.



4) Menggunakan berbagai jenis media

d. Pelaksanaan Pembelajaran Remedial

Ada dua langkah pokok yang perlu dikerjakan dalam pemberian pembelajaran remedial, yaitu mendiagnosis kesulitan belajar dan memberikan perlakuan (*treatment*) pembelajaran remedial.

Contoh: Format analisis penilaian kompetensi peserta didik atau format ketercapaian KKM untuk program remedial

No	Nama Peserta didik	Indikator dalam satu RPP								Kesimpulan tentang pencapaian kemampuan**	
		1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	dst	yang sudah dikuasai	yang belum dikuasai
1.	Ahmad										
2.	Anisa										
3.	Betharia										
4.	Budiman										
5.	Chandra										
dst	.....									

* kolom ditulis dengan indikator yang dinilai (rincian sikap, pengetahuan, dan keterampilan). Kolom di bawahnya diisi dengan skor yang diperoleh peserta didik terkait kemampuan tersebut.

** kolom yang menyatakan kemampuan yang belum dan sudah dikuasai seorang peserta didik untuk menentukan ada tidaknya perlakuan remedial

1) Perlakuan Pembelajaran Remedial

Setelah diketahui kesulitan belajar yang dihadapi peserta didik, langkah berikutnya adalah memberikan perlakuan berupa pembelajaran remedial.

Bentuk-bentuk pelaksanaan pembelajaran remedial berupa :

- Pemberian pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda.
- Pemberian bimbingan secara khusus, misalnya bimbingan perorangan.
- Pemberian tugas-tugas latihan secara khusus.
- Pemanfaatan tutor sebaya.

2) Hasil Penilaian

- Nilai remedial yang diperoleh diolah menjadi nilai akhir.



- b) Nilai akhir setelah remedial untuk aspek pengetahuan dihitung dengan mengganti nilai indikator yang belum tuntas dengan nilai indikator hasil remedial, yang selanjutnya diolah berdasarkan rerata nilai seluruh KD.
- c) Nilai akhir setelah remedial untuk aspek keterampilan diambil dari nilai optimal KD.
- d) Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan tidak sama dengan kegiatan pembelajaran biasa, tetapi cukup dalam bentuk portofolio, dan harus dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

Terdapat beberapa alternatif berkenaan dengan waktu atau kapan pembelajaran remedial dilaksanakan. Salah satunya pembelajaran remedial dapat diberikan setelah peserta didik mempelajari KD tertentu. Satu topik kimia yang terdiri dari beberapa KD, misalnya Reaksi Redoks, Sifat koligatif larutan, dsb. setelah itu di berikan tes ulang agar dapat diketahui apakah peserta didik telah mencapai ketuntasan dan nilai hasil remedial tidak melebihi nilai KKM.

PROGRAM PENGAYAAN

Untuk memahami program penyayaan Anda dapat mempelajari tentang hakikat pembelajaran pengayaan, prinsip, bentuk dan pelaksanaannya

a. Hakikat Pembelajaran Pengayaan

Pembelajaran pengayaan merupakan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan pembelajaran baru bagi peserta didik yang memiliki kelebihan sedemikian rupa sehingga mereka dapat mengoptimalkan perkembangan minat, bakat, dan kecakapannya. Pembelajaran pengayaan berupaya mengembangkan keterampilan berpikir, kreativitas, keterampilan memecahkan masalah, eksperimentasi, inovasi, penemuan, keterampilan seni, keterampilan gerak, dsb.

b. Jenis Pembelajaran Pengayaan

Pembelajaran pengayaan meliputi kegiatan eksploratori, keterampilan proses dan pemecahan masalah

- 1) Kegiatan eksploratori yang bersifat umum , pembelajaran secara regular tidak tercakup dalam kurikulum.



- 2) Keterampilan proses yang diperlukan oleh peserta didik agar berhasil dalam melakukan pendalaman dan investigasi terhadap topik yang diminati dalam bentuk pembelajaran mandiri.
- 3) Pemecahan masalah yang diberikan kepada peserta didik yang memiliki kemampuan belajar lebih tinggi berupa pemecahan masalah nyata dengan menggunakan model pembelajaran Problem Based Learning dan pendekatan pendekatan investigatif/ penelitian ilmiah.

c. Bentuk Pelaksanaan Pembelajaran Pengayaan

Bentuk-bentuk pelaksanaan pembelajaran pengayaan dapat dilakukan antara lain melalui belajar kelompok, belajar mandiri pembelajaran berbasis tema dan pemadatan kurikulum. Kegiatan pembelajaran pengayaan dapat pula dikaitkan dengan kegiatan tugas terstruktur dan kegiatan mandiri tidak terstruktur. Sekolah dapat juga memfasilitasi peserta didik dengan kelebihan kecerdasan dalam bentuk kegiatan pengembangan diri dengan spesifikasi pengayaan kompetensi tertentu, misalnya untuk bidang sains. Pembelajaran seperti ini diselenggarakan untuk membantu peserta didik mempersiapkan diri mengikuti kompetisi tingkat nasional maupun internasional seperti olimpiade internasional fisika, kimia dan biologi. Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan, tentu tidak sama dengan kegiatan pembelajaran biasa, tetapi cukup dalam bentuk portofolio, dan harus dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi ini Anda dapat memperdalam pengetahuan dengan melakukan kegiatan sesuai lembar kegiatan yang tersedia.

Lembar Kegiatan 1

Pengolahan Nilai Hasil Belajar

1. Identifikasi teknik-teknik penilaian yang direncanakan dalam satu semester sesuai karakteristik materi dan kompetensi dasar



2. Buatlah contoh pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam satu semester sesuai dengan teknik-teknik penilaian penilaian yang direncanakan.
3. Buat deskripsi dari masing masing nilai yang diperoleh peserta didik tersebut.

Lembar Kegiatan 2

Penetapan KKM

Tujuan Kegiatan: melalui kegiatan ini diharapkan peserta diklat dapat menentukan KKM untuk pengetahuan dan keterampilan .

Langkah Kegiatan :

1. Pelajari cara penetapan KKM pada modul.
2. Siapkan kurikulum kimia, pilih salah satu KD sesuai dengan kelas yang Anda ampu
3. Buat indikator pencapaian kompetensinya
4. Tentukan nilai KKM IPK berdasarkan kompleksitas , daya dukung dan *in take kemudian* rata-ratakan untuk mendapatkan KKM setiap KD
5. Gunakan format KKM seperti contoh pada modul.

Lembar Kegiatan 3

Remedial dan Pengayaan

Perhatikan nilai ulangan pada konsep redoks yang terdiri dari beberapa KD

Nama	Nilai		
	Penyetaraan Reaksi Redoks	Sel Volta	Sel Elektrokimia
Ani	50	40	40
Ardi	60	50	40
Beni	70	75	70
Budiman	80	75	70
Cintami	40	45	40
Dodi	90	80	90
Dianti	60	60	55
Fina	90	85	60
.....		



- Identifikasi peserta didik yang harus mengikuti remedial teaching
- Identifikasi peserta didik yang dapat mengikuti pengayaan
- Jelaskan masing-masing topik kimia yang harus dilakukan remedial teaching
- Jelaskan materi pengayaan apa yang sesuai dengan pembelajaran konsep ini

E. Latihan/Kasus/Tugas

- Buatlah contoh pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam satu semester sesuai dengan teknik-teknik penilaian penilaian yang direncanakan berikut deskripsi dari masing masing nilai yang diperoleh peserta didik tersebut.
- Tentukan KKM dari suatu KD dan indikator mata pelajaran kimia untuk satu semester dan tentukan nilai KKM untuk semester tersebut. Tuliskan dalam format seperti contoh pada uraian materi
- Isilah format rekap nilai peserta didik pada kelas yang anda ampu dan identifikasi ketercapaian KKM dari suatu konsep atau materi pelajaran kimia

Format rekap nilai peserta didik

Nama	Nilai Ulangan		
	Topik	Topik
.....			

Format Identifikasi Ketercapaian Kompetensi

No	Nama Peserta didik	Indikator dalam satu RPP								Kesimpulan tentang pencapaian kemampuan**	
		1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	dst	yang sudah dikuasai	yang belum dikuasai
1.										
2.										
dst										

Rancanglah program remedial dan pengayaan dari data tersebut



F. Rangkuman

Penilaian hasil belajar oleh pendidik berfungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi kebutuhan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Data hasil penilaian diolah melalui kegiatan analisis hasil belajar dengan aturan yang ada pada buku pedoman penilaian yang berlaku.

Kriteria paling rendah untuk menyatakan peserta didik mencapai ketuntasan dinamakan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Salah satu fungsinya adalah sebagai acuan bagi pendidik dalam menilai kompetensi peserta didik sesuai kompetensi dasar mata pelajaran. Tiga aspek kriteria yang perlu dipertimbangkan yaitu kompleksitas, daya dukung, dan *intake* peserta didik.

Pembelajaran remedial merupakan pemberian perlakuan khusus terhadap peserta didik yang mengalami hambatan dalam kegiatan belajarnya. Pembelajaran pengayaan merupakan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan pembelajaran baru bagi peserta didik yang memiliki kelebihan dalam kompetensi agar dapat mengoptimalkan perkembangan minat, bakat, dan kecakapannya.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

KUNCI JAWABAN

A. Kegiatan Pembelajaran 1

No	1	2	3	4	5	6	7	8
Kunci	C	C	D	B	A	B	D	A

B. Kegiatan Pembelajaran 2

Jawaban dapat di sesuaikan dengan bacaan

Setelah Anda mencoba untuk mengerjakan soal latihan, silahkan Anda periksa apakah jawaban sudah sesuai dengan rubrik berikut. Perbaiki tugas agar memperoleh nilai yang Amat Baik

No 1. Pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	1. Terdapat identitas tugas. 2. Terdapat hasil identifikasi instrumen penilaian sesuai dengan karakteristik materi dengan KD 3. Terdapat contoh pengolahan nilai sikap sesuai dan contoh deskripsinya. 4. Terdapat contoh pengolahan nilai pengetahuan dan contoh deskripsinya 5. Terdapat contoh pengolahan nilai keterampilan dan contoh deskripsinya
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 2 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai



No 2. Menentukan KKM

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	1. Terdapat identitas tugas. 2. Terdapat KKM pada kolom kompleksitas 3. Terdapat KKM pada kolom daya dukung 4. Terdapat KKM pada kolom intake 5. Terdapat rata-rata nilai KKM indikator
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai

No 3. Merancang program Remedial dan Pengayaan

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	1. Terdapat identitas tugas. 2. Terdapat Data nilai ulangan harian Peserta didik 3. Terdapat hasil identifikasi peserta didik yang akan diberikan remedial atau pengayaan 4. Terdapat program remedial untuk peserta didik 5. Terdapat program pengayaan untuk peserta didik
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai

EVALUASI

1. Seorang guru menilai kompetensi sikap peserta didik dengan instrumen penilaian memuat tabel sebagai berikut.

Lembar Penilaian						
No	Nama	Komunikatif	Santun	Demokratis	Proaktif	Keterangan
1.					
2.						
.....						

Guru tersebut mengisi kolom aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut: 4 = sangat baik, 3 = baik 2 = cukup 1 = kurang
Tabel tersebut merupakan bagian dari instrumen....

- A. penilaian diri pada saat praktikum
 - B. observasi sikap pada saat praktikum
 - C. observasi sikap pada saat diskusi kelompok
 - D. penilaian antar peserta didik pada saat diskusi kelompok
2. Seorang guru kimia kelas X menulis soal materi Perhitungan Kimia sebagai berikut

20 mL gas NH_3 bereaksi dengan 20 mL gas oksigen (O_2) dengan reaksi:



Volum gas yang dihasilkan adalah . . .

- A. 5 mL
- B. 7,5 mL
- C. 10 mL
- D. 15 mL

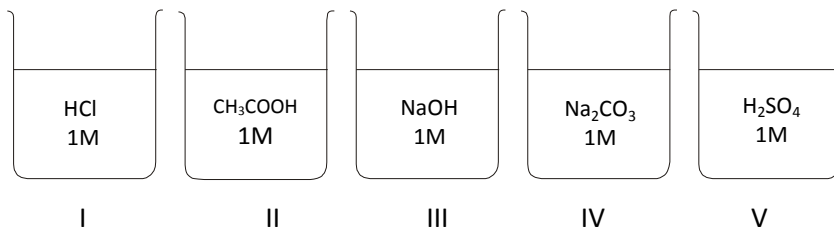
Ada satu kelemahan pada soal tersebut yaitu....



- A. volume kedua gas diketahui
- B. option diurut dari yang kecil ke yang besar
- C. koefisien reaksi sudah dicantumkan pada persamaan reaksi
- D. tidak menyebutkan tekanan pada saat reaksi berlangsung

3. Seorang guru kimia kelas XI membuat soal materi Hidrolisis sebagai berikut

Perhatikan volume, konsentrasi, sifat asam dan basa dari larutan pada gelas kimia berikut :



Jika dua buah larutan dicampurkan, campuran manakah yang akan menghasilkan garam yang terhidrolisis dan bersifat basa?

- A. I dan II
- B. II dan III
- C. II dan V
- D. IV dan V

Guru tersebut belum mencantumkan kunci jawaban yang tepat. Kunci jawaban yang tepat untuk soal tersebut adalah....

- A. I dan II B. II dan V C. II dan III D. IV dan V

4. Perhatikan data penilaian pengetahuan seorang peserta didik bernama Nayla pada mata pelajaran Kimia kelas XI semester2

No	Nama	KD	Hasil Penilaian Harian				Penilaian Akhir Semester	Rerata (Pembulatan)
			1	2	3	.....	
24	Nayla	3.10	75	73			74	74
		3.11	86				.....	.....
		3.12	90	88	80		.....	.....
		3.13	80	83			.....	.....
		3.14	60	70			.....	.....
		3.15	80	87			.....	.....
Nilai Rapor								.....



Nilai Rapor Nayla pada semester 2 tersebut adalah....

- A. 79 B. 81 C. 80 D. 82

5. Seorang guru kimia sedang mengolah penilaian kompetensi keterampilan. Data nilai praktik, produk dan proyek seorang peserta didiknya adalah sebagai berikut.

KD	Praktik		Produk	Proyek	Nilai Akhir (Pembulatan)
4.1			80		80
4.2	75	90			90
4.3			75	83	79
4.4	84				84
4.5			88		88

Nilai akhir untuk kompetensi keterampilan peserta didik tersebut adalah....

- A. 80,4 B. 82,8 C. 83,6 D. 84,2

6. Berikut ini data KKM untuk topik Sel Volta pada konsep reaksi Redoks

Kompetensi Dasar/Indikator	Kriteria Pencapaian Ketuntasan Belajar Siswa (KD/Indikator)			Kriteria Ketuntasan Minimal	
	Kompleksitas	Daya dukung	Intake	Pengetahuan	Keterampilan
3.3. Mengevaluasi gejala atau proses yang terjadi dalam contoh sel elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan.	Rendah	Tinggi	Sedang	.....
- Menjelaskan pengertian deret Volta	(80)	(85)	(70)		
- Menemukan urutan unsur unsur dalam Deret Volta berdasarkan data percobaan	Tinggi	Rendah	Sedang		
	(65)	(60)	(70)		
- Membedakan sifat reduktor unsur-unsur dalam sel volta sesuai urutannya	Sedang	Sedang	Sedang		
	(70)	(70)	(70)		
- Membuat poster deret Volta	Sedang	Sedang	Sedang		
	(70)	(70)	(70)		



Berdasarkan data KKM indikator , KKM untuk topik sel Volta pada KD tersebut adalah....

- A. 68 B. 71 C. 74 D. 75

7. Suatu indikator dikatakan memiliki tingkat kompleksitas tinggi, apabila dalam pencapaiannya didukung oleh sekurang-kurangnya satu dari sejumlah kondisi sebagai berikut, kecuali...

- A. guru yang memahami dengan benar kompetensi yang harus dibelajarkan pada peserta didik;
- B. peserta didik yang cermat, kreatif dan inovatif dalam penyelesaian tugas/pekerjaan;
- C. tingkat kemampuan penalaran dan kecermatan yang tinggi agar peserta didik dapat mencapai ketuntasan belajar.
- D. sarana dan prasarana pendidikan yang sesuai dengan tuntutan kompetensi yang harus dicapai peserta didik

8. KKM pada konsep Asam basa adalah 72 Skor ulangan pada konsep asam basa tersebut direkap oleh seorang guru dengan data sebagai berikut.

Nama	Nilai		
	Teori Asam Basa	pH larutan	Titration Asam Basa
Ana	60	68	50
Ashanti	60	50	50
Bela	75	75	80
Budi	90	75	80
Chika	55	50	65
Dian	90	90	95
Dodi	60	60	50
Ershi	90	80	80
.....		

Tindak lanjut yang harus dilakukan guru bagi peserta didik yang belum tuntas dikelas tersebut contohnya adalah....

- A. memberikan tugas mengerjakan soal ulangan lagi terhadap Ashanti dan Dodi



- B. melakukan *remedial teaching* terhadap Ana, Ashanti, Dodi dan Chika
 - C. memberikan ulangan lagi terhadap Ana dan Chika
 - D. memberikan pengayaan terhadap Diandan Ershi
9. Dengan memperhatikan pengertian dan prinsip pembelajaran remedial, remedial dapat diselenggarakan dengan kegiatan berikut ini, *kecuali*
- A. Mengkaji ulang pembelajaran yang lalu.
 - B. Memberikan tambahan penjelasan atau contoh
 - C. Membahas soal-soal tes hasil belajar sebelumnya
 - D. Menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda dengan sebelumnya
10. Sebelum pelaksanaan pembelajaran pengayaan, dilakukan lebih dahulu identifikasi kemampuan peserta didik, jika seorang peserta didik banyak bertanya dan menyelidiki, ini merupakan tanda bahwa seorang peserta didik memiliki tingkat kelebihan belajar
- A. belajar lebih cepat
 - B. menyimpan informasi lebih mudah
 - C. keingintahuan yang tinggi
 - D. superior dalam berpikir abstrak



PENUTUP

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi G yang berjudul Pengembangan Instrumen Penilaian disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi G. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, eksperimen, latihan dsb. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi G ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal. 2009. **Evaluasi Pembelajaran**. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Arikunto, Suharsimi. 2012. **Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan**. Jakarta : Bumi Aksara
- Chua S. 2000. **Chemistry MCQ with HELPS**, GCE 'A' LEVEL. Singapore. Redspot
- Kemdiknas. 2007. **Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru**. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Kemdikbud. 2014. **Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah**. Jakarta: Pusurbuk
- Kemdikbud. 2014. **Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah**. Jakarta: Pusurbuk
- Kemdikbud. 2015. **PANDUAN Untuk Sekolah Menengah Atas** .Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
- Poppy K. Devi. 2015. **Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013. Mata Pelajaran Kimia tahun 2015**. Pusbangprodik, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Surapranata, Sumarna. 2004. **Panduan Penulisan Tes Tertulis Implementasi Kurikulum 2004**. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Surapranata, Sumarna. 2004. **Penilaian Portofolio Implementasi Kurikulum 2004**. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Tim Pengembang . 2013. **Modul Implementasi Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Kimia**. Jakarta. Pusbangprodik



Pustaka Internet

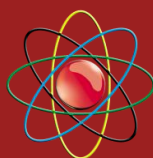
Nuryani_Rustaman, Assessment Pendidikan, 2013

http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/195012311979032-NURYANI_RUSTAMAN/Asesmen_pendidikan_IPA.pdf

GLOSARIUM

Indikator Pencapaian Kompetensi	:	<ul style="list-style-type: none">- perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4;- perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.
Kompetensi Dasar	:	kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
Kompetensi Inti	:	merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.
Kurikulum	:	seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu
Penilaian:	:	proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.
Prinsip	:	suatu pernyataan fundamental atau kebenaran umum maupun individual yang dijadikan oleh seseorang /kelompok sebagai sebuah pedoman untuk berpikir atau bertindak
Portofolio	:	Kumpulan karya-karya peserta didik dalam bidang tertentu yang diorganisasikan untuk mengetahui minat, perkembangan, prestasi, dan/atau kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu.





**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI G

SIFAT KOLIGATIF, KIMIA UNSUR PERIODE 3, BENZEN DAN TURUNANNYA

Penulis :

Drs. Mamat Supriatna, M.Pd., dkk



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA

SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

SIFAT KOLIGATIF, KIMIA UNSUR PERIODE 3, BENZENA DAN TURUNANNYA

Penulis :

Drs. Mamat Supriatna, M.Si dkk



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA

SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI G

SIFAT KOLIGATIF, KIMIA UNSUR PERIODE 3, BENZENA DAN TURUNANNYA

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah, M.Si.

Penyusun

<i>Drs. Mamat Supriatna, M.Pd.,</i>	<i>022-4231191</i>	<i>ms_p4tkipa@yahoo.co.id</i>
<i>Yayu Sri Rahayu, S.Si, M.Pkim</i>	<i>022-4231191</i>	<i>yayusrrhy@gmail.com</i>
<i>Aritta Megadomani, S.Si,M.Pd</i>	<i>022-4231191</i>	<i>rithablue@gmail.com</i>

Penyunting

Dr. Indrawati, M.Pd.

Penelaah

Dr. Sri Mulyani, M.Si.

Dr. I Nyoman Marsih, M.Si.

Dr. Suharti, M.Si.

Dra. Lubna, M.Si

Angga Yudha, S.Si

Penata Letak

Titik Uswah,S.P.,M.Pd.

Copyright © 2016

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu
Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

*Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985031002

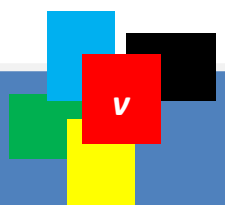
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.





Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, dan Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. CARA PENGGUNAAN MODUL	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN	7
I. SIFAT KOLIGATIF LARUTAN	7
A. TUJUAN	8
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	8
C. URAIAN MATERI	8
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	27
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	31
F. RANGKUMAN	33
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	33
II. KIMIA UNSUR PERIODE KETIGA	35
A. TUJUAN	35
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	36
C. URAIAN MATERI	36
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	54



	E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	57
	F. RANGKUMAN	58
	G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	59
	III. BENZENA DAN TURUNANNYA	61
	A. TUJUAN	62
	B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	62
	C. URAIAN MATERI	62
	D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	86
	E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	87
	F. RANGKUMAN	91
	G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	92
	KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	93
	EVALUASI	99
	PENUTUP	105
	DAFTAR PUSTAKA	107
	GLOSARIUM	109



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 1.1	Konstanta kenaikan titik didih molal untuk beberapa cairan yang umum	15
Tabel 1.2	Data konstanta penurunan titik beku molal dari beberapa cairan yang umum	19
Tabel 2.1	Sifat logam dan non logam unsur periode ke-3	36
Tabel 2.2	Konfigurasi elektron unsur-unsur periode ketiga	37
Tabel 2.3	Jari-jari atom dan energi ionisasi unsur periode ketiga	37
Tabel 2.4	Potensial Elektrode Standar (E^0) Unsur Periode Ketiga	38
Tabel 2.5	Rumus Oksida dari unsur periode ketiga	39
Tabel 2.6	Beberapa sifat oksida unsur-unsur periode ketiga	40
Tabel 2.7	Rumus hidroksida unsur periode ketiga	42
Tabel 2.8	Sifat Fisis dan Kimia Unsur Aluminium	44
Tabel 2.9	Sifat fisis dan kimia fosfor	49
Tabel 2.10	Sifat Fisis dan Kimia Belerang	50
Tabel 3.1	Beberapa nama trivial benzena monosubstitusi	68
Tabel 3.2	Titik leleh, titik didih, serta kelarutan benzena dan turunannya.	66
Tabel 3.3	nilai pK_a benzena dan beberapa senyawa turunannya	69
Tabel 3.4	Perbedaan senyawa alkohol dan fenol	70
Tabel 3.5	Orientasi dan Kecepatan Hasil Nitrasi pada Benzena Bersubstituen Tunggal	74
Tabel 3.6	Substituen pengarah meta yang selalu mendeaktifkan	75
Tabel 3.7	Kegunaan Benzena dan turunannya	81



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Saran Cara Penggunaan Modul	4
Gambar 1.1	Laut mati dengan kadar garam tinggi	8
Gambar 1.2	Peristiwa Penguapan zat cair	10
Gambar 1.3	Diagram fasa yang mengilustrasikan kenaikan titik didih dan penurunan titik beku larutan berair	14
Gambar 1.4	Penambahan etilen glikol apada air radiator agar terjadi penurunan titik beku	17
Gambar 1.5	Proses osmotik: pergerakan molekul dari larutan encer ke larutan pekat melalui membran semipermeabel	20
Gambar 1.6	Tekanan osmotik (a) permukaan pelarut murni (kiri) dan permukaan larutan (kanan) pada awalnya sama tinggi, (b) proses selama osmosis permukaan pada sisi larutan naik sebagai akibat aliran pelarut murni dari kiri ke kanan.	21
Gambar 1.7	Partikel zat terlarut dan pelarut murni (air) pada kondisi isotonik, hipotonik dan hipertonic	22
Gambar 1.8	(a) larutan hipotonik (b) larutan isotonik (c) larutan hipertonic yang terjadi pada sel darah merah	23
Gambar 2.1	Silikon murni digunakan dalam solar sel untuk mengumpulkan energi matahari	46
Gambar 2.2	Bentuk molekul (a) P_4O_6 ; (b) P_4O_{10}	48
Gambar 2.3	Allotrof Fosfor (a) Fosfor putih ; (b) Fosfor merah	49
Gambar 2.4	(a). Kristal Kuning Belerang cincin S_8 (b) Belerang cair yang dipanaskan pada suhu $150^\circ C$ terbentuk amorf belerang disebut “belerang plastik”	51
Gambar 2.5	Proses Frasch.	52
Gambar 3.1	Struktur Benzena	64
Gambar 3.2	Bentuk Orbital Benzena	64

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru merupakan tenaga profesional yang bertugas merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran, menilai hasil pembelajaran, melakukan pembimbingan dan pelatihan. Untuk melaksanakan tugas tersebut, guru dituntut mempunyai empat kompetensi yang mumpuni, yaitu kompetensi pedagogik, profesional, sosial dan kepribadian. Agar kompetensi guru tetap terjaga dan meningkat. Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Untuk bahan belajar (*learning material*) guru, dikembangkan modul yang menuntut guru belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul yang berjudul “Sifat Koligatif, Kimia Unsur 3, Benzena dan Turunannya” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi G. Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut.

Di dalam modul kelompok kompetensi G ini, pada bagian pendahuluan diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru pembelajar setelah mengikuti diklat. Peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi G, ruang lingkup, dan saran penggunaan modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan evaluasi untuk pengujian diri.



B. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini, Anda diharapkan memahami materi kompetensi profesional meliputi Sifat Koligatif Larutan, Unsur-unsur Periode ke 3 dan Senyawa benzena dan turunannya .

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
20.1.Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel	20.1.95. Mendeskripsikan penyebab adanya fenomena sifat koligatif larutan pada penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis. 20.1.96. Menghitung penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis berdasarkan data percobaan 20.1.97. Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit. 20.1.98. Menentukan rumus kimia dan konsentrasi larutan berdasarkan data sifat koligatif larutan larutan lain
20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel.	20.1.111 Menentukan sifat fisik unsur-unsur periode ke 3 20.1.112 menentukan sifat kimia unsur-unsur periode ke 3 20.1.113 Menjelaskan keberadaan unsur periode ke 3 dalam kehidupan sehari-hari 20.1.114. Menjelaskan kegunaan atau dampak penggunaan unsur periode ke 3
20. 7 Menjelaskan penerapan	20.1.139. Menuliskan struktur dan tatanama senyawa



hukum-hukum kimia dalam teknologi yang terkait dengankimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari	<p>benzena dan turunannya</p> <p>20.1.140. Menentukan isomer pada senyawa turunan benzenae</p> <p>20.1.141. Menjelaskan reaksi –reaksi pada senyawa benzenae dan turunannya</p> <p>20.1.142. Menjelaskan kegunaan senyawa benzenae dan turunannya</p>
--	---

D. Ruang Lingkup

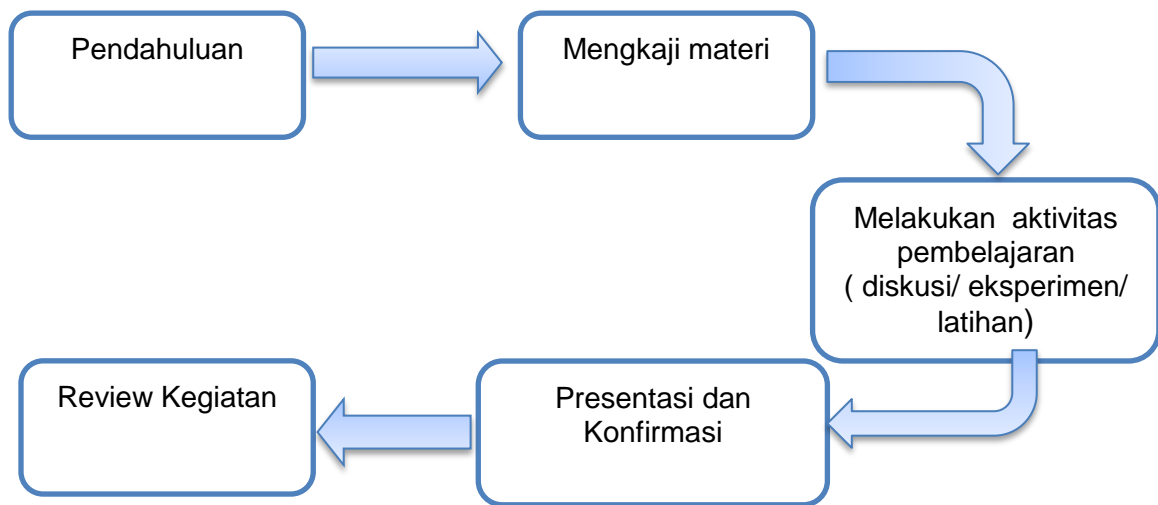
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi G, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Sifat Koligatif Larutan
2. Unsur-unsur Periode ke 3
3. Senyawa Benzenae dan turunannya

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Saran Cara Penggunaan Modul

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi diklat
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi diklat
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

2. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.



3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dan sebagainya.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

Anda dapat mempelajari sifat koligatif larutan berdasarkan kehidupan sehari-hari. Pada saat memasak, mengapa titik didih air murni berbeda dengan titik didih air gula atau dengan air garam? Manakah yang terlebih dahulu mendidih?

Coba Anda perhatikan, pada saat mendidihkan air kemudian air tersebut dicampurkan beberapa sendok gula pasir dan diaduk maka air yang awalnya telah mendidih kemudian terhenti sejenak. Hal ini disebabkan dengan adanya penambahan gula pasir sebagai zat terlarut menyebabkan adanya kenaikan titik didih. Titik didih air lebih rendah dibandingkan titik didih larutan. Jumlah zat terlarut sangat berpengaruh terhadap kenaikan titik didih larutan. Hal seperti ini adalah sifat koligatif larutan, yaitu sifat larutan yang tergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan dan bukan pada jenis partikel zat terlarut. Sifat koligatif larutan tidak hanya kenaikan titik didih dan penurunan tekanan uap, tetapi juga termasuk penurunan titik beku, dan tekanan osmosis.

Pada tekanan osmosis, Anda dapat memperhatikan orang yang sedang diberikan cairan infus. Mengapa cairan infus dapat masuk ke dalam tubuh?

Pada modul ini Anda dapat mempelajarinya, selain itu akan diuraikan pula tentang penyebab adanya fenomena sifat koligatif larutan pada penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis. Materi Sifat Koligatif Larutan pada kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 1 SMA dengan Kompetensi Dasar sebagai berikut. KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.1 Menganalisis penyebab adanya fenomena sifat koligatif larutan pada penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis.; dan 3.2 Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit, contoh larutan NaCl dan larutan non elektrolit, contoh larutan gula. Kompetensi guru pembelajaran untuk materi ini adalah “20.1 Memahami konsep-konsep,



hukum-hukum dan teori-teori kimia meliputi, struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul kelompok kompetensi G ini mengenai sifat koligatif larutan diharapkan Anda dapat memahami sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit beserta perhitungannya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui modul ini adalah:

1. Mendeskripsikan penyebab adanya fenomena sifat koligatif larutan pada penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis.
2. Menghitung penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmosis berdasarkan data percobaan.
3. Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.
4. Menentukan rumus kimia dan konsentrasi larutan berdasarkan data sifat koligatif larutan lain.

C. Uraian Materi



Laut mati yang memiliki kadar garam tinggi, menyebabkan seseorang tidak akan tenggelam. Hal ini dikarenakan terjadinya penurunan tekanan uap dari pelarut, zat terlarutnya tidak mudah menguap.

Gambar 1.1. Laut mati dengan kadar garam tinggi

(sumber: <http://www.oasisoverland.co.uk>)



Beberapa sifat penting larutan bergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan dan tidak tergantung pada jenis partikel zat terlarut. Sifat ini disebut sifat koligatif, yaitu penurunan tekanan uap, peningkatan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmotik. Sifat koligatif larutan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu sifat larutan elektrolit dan non elektrolit. Hal itu disebabkan zat terlarut dalam larutan elektrolit bertambah jumlahnya karena terurai menjadi ion-ion, sedangkan zat terlarut pada larutan non elektrolit jumlahnya tetap karena tidak terurai menjadi ion-ion, sesuai dengan hal tersebut maka sifat koligatif larutan nonelektrolit lebih rendah daripada sifat koligatif larutan elektrolit. Pada pembahasan materi ini, sifat koligatif yang terjadi pada larutan encer, yang berarti larutan yang konsentrasinya $< 2M$.

SIFAT KOLIGATIF LARUTAN NON ELEKTROLIT

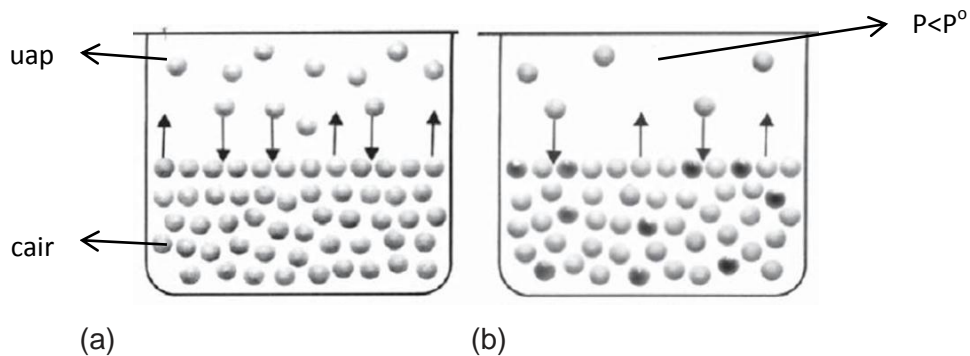
1. Penurunan Tekanan Uap Jenuh

Pada peristiwa penguapan terjadi perubahan dari zat cair menjadi gas. Jika zat cair dimasukkan ke dalam suatu ruangan tertutup maka zat tersebut akan menguap hingga ruangan tersebut jenuh. Pada keadaan ini proses penguapan tetap berlangsung dan pada saat yang sama juga terjadi proses pengembunan. Laju penguapan sama dengan laju pengembunan. Keadaan ini dikatakan terjadi kesetimbangan dinamis antara zat cair dan uap jenuhnya. Artinya bahwa tidak akan terjadi perubahan lebih lanjut tetapi reaksi atau proses yang terjadi masih terus berlangsung. Tekanan yang disebabkan oleh uap jenuh dinamakan tekanan uap jenuh. Besarnya tekanan uap jenuh dipengaruhi oleh jumlah zat dan suhu. Makin besar tekanan uap suatu cairan, makin mudah molekul-molekul cairan itu berubah menjadi uap.

Untuk mengetahui penurunan tekanan uap maka pada tahun 1880-an kimiawan Perancis **F.M. Raoult** mendapati bahwa melarutkan suatu zat terlarut mempunyai efek penurunan tekanan uap dari pelarut. Apabila pada pelarut murni kita tambahkan sejumlah zat terlarut yang tidak mudah menguap, apa yang akan terjadi?



Coba perhatikan gambar berikut ini.



Gambar 1.2

- (a) Peristiwa penguapan zat cair dalam ruang tertutup sampai mencapai kesetimbangan antara laju penguapan dan laju pengembunan
- (b) Tekanan uap jenuh pelarut lebih besar daripada tekanan uap jenuh larutan ($P_0 > P$)

(Sumber: General Chemistry, Principles and Structure, James E Brady, 1990)

Gambar 1.2 menjelaskan bahwa partikel-partikel pada larutan lebih tidak teratur dibandingkan partikel-partikel pada pelarut murni. Hal ini menyebabkan tekanan uap larutan lebih kecil daripada pelarut murni. Inilah yang dinamakan penurunan tekanan uap jenuh. Selisih antara tekanan uap murni dengan tekanan uap larutan jenuh dapat dituliskan secara matematis seperti berikut

$$\Delta P = P^0 - P$$

Keterangan:

ΔP = penurunan tekanan uap

P^0 = tekanan uap pelarut murni

P = tekanan uap jenuh larutan

Jika zat terlarut bersifat tidak menguap (non volatile), artinya tidak memiliki tekanan uap yang dapat diukur sehingga tekanan uap dari larutan selalu lebih kecil daripada pelarut murninya. Jadi, hubungan antara tekanan uap larutan dan tekanan uap pelarut bergantung konsentrasi zat terlarut dalam larutan. Hubungan itu dirumuskan dalam Hukum Raoult (berasal dari nama kimiawan Perancis *Francois Raoult*) menyatakan bahwa tekanan uap larutan (P_1) sama



dengan tekanan uap pelarut murni (P_1^0), dikalikan fraksi mol pelarut dalam larutan X_1

$$P_1 = X_1 P_1^0$$

Dalam larutan yang mengandung hanya satu zat terlarut, $X_1 = 1 - X_2$ dimana X_2 adalah fraksi mol zat terlarut

$$P_1 = (1 - X_2) P_1^0$$

sehingga

$$P_1^0 - P_1 = \Delta P = X_2 \cdot P_1^0$$

Jadi penurunan tekanan uap, ΔP , berbanding lurus terhadap konsentrasi zat terlarut yang diukur dalam fraksi mol.

Tekanan uap larutan lebih rendah daripada tekanan uap pelarut murninya, karena meningkatnya ketidakteraturan, akibat proses fisis dan proses kimia, semakin tidak teratur maka semakin besar kecenderungan berlangsungnya suatu proses. Penguapan meningkatkan ketidakteraturan suatu sistem sebab molekul dalam fasa uap kurang teratur dibandingkan molekul dalam fasa cairan. Larutan lebih tidak teratur dibandingkan pelarut murni, maka selisih ketidakteraturan antara larutan dan uap lebih kecil dibandingkan antara pelarut murni dan uap. Dengan demikian, molekul pelarut lebih kecil kecenderungannya untuk meninggalkan larutan dibandingkan meninggalkan pelarut murni untuk menjadi uap, dan tekanan uap larutan lebih kecil dibandingkan tekanan uap pelarut.

Contoh Soal 1

Pada 25°C tekanan uap air murni adalah 23,76 mmHg dan tekanan uap larutan urea adalah 22,98 mmHg. Perkirakan molalitas larutan tersebut !

Penjelasan dan penyelesaian :

1. Penentuan fraksi mol urea

$$\begin{aligned} \Delta P &= P^0 - P \\ &= 23,76 - 22,98 \text{ mmHg} \\ &= 0,78 \text{ mmHg} \end{aligned}$$



Dengan menggunakan rumus $\Delta P = X_2 \cdot P_1^0$ didapat $X_2 = 0,033$

$$X_2 = 0,033$$

Rumus: $X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$

Keterangan: n_1 dan n_2 masing-masing adalah jumlah mol pelarut dan zat terlarut. Oleh karena fraksi mol urea dalam larutan ini hanya 0,033, larutan ini termasuk encer sehingga dapat diasumsikan bahwa n_1 jauh lebih besar daripada n_2 . Jadi dapat dituliskan:

$$X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_1 > n_2)$$

$$n_2 = n_1 \cdot X_2$$

Jumlah mol air dalam 1 kg air adalah:

$$1000 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18,02 \text{ g H}_2\text{O}} = 55,49 \text{ mol}$$

dan jumlah mol urea yang ada dalam 1 kg air adalah :

$$n_2 = n_1 \cdot X_2 = (55,49 \text{ mol}) (0,033)$$

$$= 1,8 \text{ mol}$$

Jadi konsentrasi larutan urea adalah 1,8 molal

Jika kedua komponen cairan yang mudah menguap (volatil) artinya memiliki tekanan uap yang dapat diukur, maka tekanan uap total dalam campuran adalah adalah jumlah dari tekanan parsial masing-masing komponen. Hukum Raoult juga berlaku untuk cair-cair:

$$P_A = X_A P_A^0$$

$$P_R = X_R P_R^0$$

P_A dan P_B adalah tekanan uap parsial untuk komponen A dan B

P_A^0 dan P_B^0 adalah tekanan uap zat murni

X_A dan X_B adalah fraksi mol masing masing zat.



Bunyi Hukum Raoult:

Tekanan uap jenuh larutan sama dengan fraksi mol pelarut dikalikan dengan tekanan uap jenuh pelarut murni.

Ketika komponen dalam campuran telah mencapai kesetimbangan, total tekanan uap pada campuran dapat ditentukan dengan menggabungkan hukum Raoult dengan hukum Dalton.

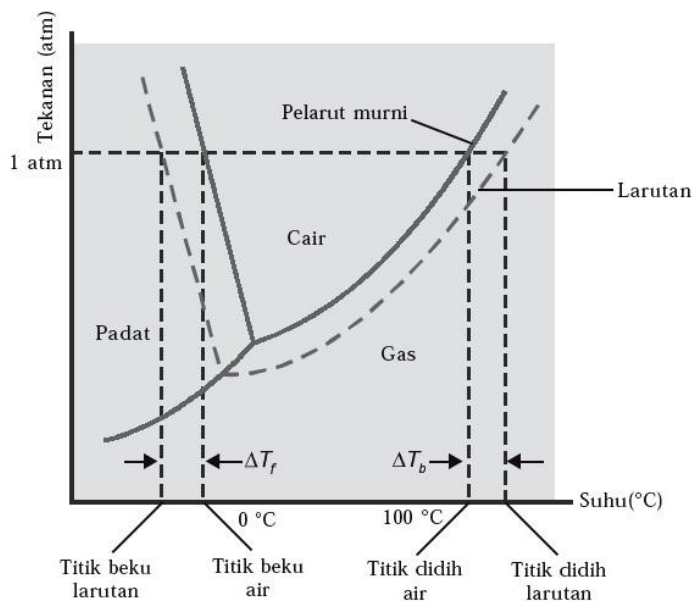
Tekanan total diberikan oleh hukum Dalton untuk tekanan parsial

$$P_T = P_A + P_B$$

$$\text{Atau: } P_T = X_A P_A^{\circ} + X_B P_B^{\circ}$$

2. Kenaikan Titik Didih

Pada proses pendidihan terjadi karena panas meningkatkan gerakan atau energi kinetik, dari molekul yang menyebabkan cairan berada pada titik di mana cairan itu menguap. Titik didih cairan berhubungan dengan tekanan uap. Jika sebuah larutan mempunyai tekanan uap yang tinggi pada suhu tertentu, maka molekul-molekul yang berada dalam larutan tersebut mudah untuk melepaskan diri dari permukaan larutan menuju fasa uap jika mempunyai tekanan uap yang rendah, maka molekul-molekul dalam larutan tersebut tidak dapat dengan mudah melepaskan diri dari larutan menuju fasa uap. Jadi larutan dengan tekanan uap yang lebih tinggi pada suhu tertentu akan memiliki titik didih yang lebih rendah. Cairan akan mendidih ketika tekanan uapnya menjadi sama dengan tekanan udara luar. Titik didih cairan pada tekanan udara 760 mmHg disebut *titik didih standar* atau titik didih normal. Jadi yang dimaksud dengan *titik didih* adalah suhu pada saat tekanan uap jenuh cairan itu sama dengan tekanan udara luar (tekanan pada permukaan cairan). Telah dijelaskan di depan bahwa tekanan uap larutan lebih rendah dari tekanan uap pelarutnya. Hal ini disebabkan karena zat terlarut itu mengurangi bagian atau fraksi dari pelarut sehingga laju penguapan berkurang. Hubungan antara tekanan uap jenuh dan suhu air dalam larutan berair ditunjukkan pada Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1.3: Diagram fasa yang mengilustrasikan kenaikan titik didih dan penurunan titik beku larutan berair

Sumber: Kimia Dasar, Konsep konsep Inti, Raymond Chang, 2003

Pada diagram 1.3 terlihat kurva putus-putus untuk larutan dan kurva biasa untuk pelarut murni. Coba Anda amati dan pelajari, diagram juga memperlihatkan titik didih larutan lebih tinggi dibandingkan titik didih air dan titik beku larutan lebih rendah dibandingkan titik beku air. Titik bertemunya ketiga garis kurva biasa disebut dengan titik Triple yang menyatakan keseimbangan ketiga fasa, yaitu padat, cair dan gas. Selain itu, dapat terlihat bahwa pada suhu berapapun tekanan uap larutan lebih rendah daripada tekanan uap pelarut murninya. Sehingga mengakibatkan kurva larutan (putus-putus) memotong garis horisontal yang bertanda $P=1$ atm pada suhu yang lebih tinggi daripada titik didih normal pelarut murni. Analisis dari gambar menunjukkan bahwa titik didih larutan lebih tinggi daripada titik didih pelarut murninya sehingga kenaikan titik didih ΔT_b di definisikan sebagai berikut.

$$\Delta T_b = T_b - T_b^0$$

Dimana T_b adalah titik didih larutan dan T_b^0 adalah titik didih pelarut murni. Kenaikan titik didih (ΔT_b) berbanding lurus dengan penurunan tekanan uap maka



akan berbanding lurus juga dengan konsentrasi (molalitas) larutan, sehingga dapat dirumuskan:

$$\Delta T_b = K_b \cdot m$$

$$\Delta T_b = K_b \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

Dengan

ΔT_b = kenaikan titik didih larutan ($^{\circ}\text{C}$)

W = massa zat terlarut (gram)

massa pelarut (gram)

M = massa molar (g/mol)

K_b = kenaikan titik didih molal ($^{\circ}\text{C}/m$) yang bergantung pada pelarut

K_b adalah konstanta kenaikan titik didih molal dan m adalah molalitas larutan. Satuan K_b adalah $^{\circ}\text{C}/m$. Perlu diketahui bahwa sistem larutan suhunya tidak dijaga tetap sehingga kita tidak dapat menyatakan satuan konsentrasi bukan dalam molaritas, karena molaritas berubah jika suhu berubah atau terkait dengan volume jadi jika dipanaskan/didinginkan volume akan berubah. Untuk menghindarinya digunakan satuan molal.

Tabel 1.1 Konstanta kenaikan titik didih molal untuk beberapa cairan yang umum

Pelarut	Titik Didih ($^{\circ}\text{C}$)	K_b $^{\circ}\text{C molal}^{-1}$
Air	100	0,52
Aseton	56,5	1,72
Etanol	78,4	1,2
Benzena	80,1	2,52
Etil eter	34,6	2,11
Asam asetat	118,3	3,07
Kloroform	61,2	3,63



Contoh Soal 2

Suatu larutan non elektrolit mengandung 4 gram zat terlarut dalam 1000 gram air. Larutan tersebut mendidih pada suhu $100,0347^{\circ}\text{C}$. Berapa massa molekul zat tersebut, jika $K_b = 0,52^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$?

Penyelesaian:

$$\Delta T_b = K_b \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Massa molar (Mr)} &= \frac{K_b}{\Delta T_b} \cdot \frac{w \cdot 1000}{\text{massa pelarut}} \\ &= \frac{0,52}{0,0347} \cdot \frac{4 \cdot 1000}{1000} \\ &= 60 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

Jadi massa molar adalah 60

3. Penurunan Titik Beku

Pada kehidupan sehari-hari, Anda bisa menemukan penerapan penurunan titik beku, seperti :

- Cairan pendingin adalah larutan berair yang memiliki titik beku jauh di bawah 0°C . Cairan pendingin digunakan pada pabrik es, juga digunakan untuk membuat es putar. Cairan pendingin dibuat dengan melarutkan berbagai jenis garam ke dalam air. Pada pembuatan es putar cairan pendingin dibuat dengan mencampurkan garam dapur dengan kepingan es batu dalam sebuah bejana berlapis kayu. Pada pencampuran itu, es batu akan mencair sedangkan suhu campuran turun. Campuran bahan pembuat es putar dimasukkan dalam bejana lain yang terbuat dari bahan stainless steel. Bejana ini kemudian ke dalam cairan pendingin, sambil terus menerus diaduk sehingga campuran membeku.
- Antibeku pada radiator mobil
Pada daerah beriklim dingin, biasanya air radiator mudah membeku sehingga radiator kendaraan cepat rusak. Oleh karena itu, air radiator



tersebut perlu ditambahkan etilen glikol agar titik beku air radiator menurun sehingga tidak mudah membeku



Gambar 1.4 penambahan etilen glikol pada air radiator agar terjadi penurunan titik beku

c. Antibeku dalam tubuh hewan

Prinsip sifat koligatif larutan penurunan titik beku terdapat pula pada hewan. Hewan yang tinggal di daerah beriklim dingin, karena di dalam tubuhnya mengandung zat-zat antibeku yang mampu menurunkan titik beku air $0,8^{\circ}\text{C}$ sehingga ikan laut dapat bertahan di musim dingin. Zat antibeku dalam tubuh hewan daerah beriklim dingin dapat mencegah pembentukan kristal es dalam jaringan dan selnya.

d. Antibeku untuk mencairkan salju

Daerah beriklim dingin memanfaatkan sifat koligatif penurunan titik beku larutan untuk mencairkan salju. Jalanan bersalju ditaburi garam NaCl dan CaCl_2 , agar mencairkan salju. Semakin banyak garam yang ditaburkan, maka akan semakin banyak salju yang mencair karena terjadi penurunan titik beku air.

Setelah Anda mengetahui penerapan sifat koligatif larutan penurunan titik beku sebagaimana yang telah dijelaskan, maka Anda perlu lebih memperdalam mengenai penurunan titik beku larutan tersebut. Mengapa bisa terjadi penurunan titik beku? Faktor apa sajakah yang dapat mempengaruhi terjadinya penurunan titik beku?



Pada diagram fasa, gambar 1.3 menunjukkan bahwa penurunan tekanan uap larutan bergeser kurva padatan – cairan ke arah kiri. Akibatnya, garis ini memotong garis horisontal pada suhu yang lebih rendah daripada titik beku air. Penurunan titik beku air didefinisikan sebagai berikut.

$$\Delta T_f = T_f^0 - T_f$$

Dimana T_f adalah titik didih larutan dan T_f^0 adalah titik didih pelarut murni. Penurunan titik beku (ΔT_f) berbanding lurus dengan penurunan tekanan uap maka akan berbanding lurus juga dengan konsentrasi (molalitas) larutan, sehingga dapat dirumuskan:

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

$$\Delta T_f = K_f \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

Dengan

ΔT_f = penurunan titik beku larutan ($^{\circ}\text{C}$)

w = massa zat terlarut (gram)

massa pelarut (gram)

M = massa molar (g/mol)

K_f = kenaikan titik didih molal ($^{\circ}\text{C}/m$)

Dimana dalam persamaan tersebut terdapat m adalah konsentrasi dari zat terlarut dalam satuan molalitas dan K_f adalah konstanta penurunan titik beku molal ($^{\circ}\text{C}/\text{molal}$).



Berikut ini adalah data konstanta penurunan titik beku molal.

Tabel 1.2 Data konstanta penurunan titik beku molal dari beberapa cairan yang umum

Pelarut	Titik Beku (°C)	K _f (°C/m)
Aseton	-95,35	2,40
Benzena	5,45	5,12
Kamfer	179,8	39,7
Karbon Tetraklorida	-23	29,8
Sikloheksana	6,5	20,1
Naftalena	80,5	6,94
Fenol	43	7,27
Air	0	1,86

Mengapa dapat terjadi penurunan titik beku larutan?

Pembekuan melibatkan transisi dari keadaan tidak teratur menjadi teratur sehingga energi harus diambil dari sistem. Larutan lebih tidak teratur dibandingkan pelarut, maka lebih banyak energi yang harus diambil darinya untuk menciptakan keteraturan dibandingkan dalam kasus pelarut murni. Jadi, larutan memiliki titik beku lebih rendah dibandingkan pelarut.

Contoh Soal 3

Berapa gram urea yang terlarut di dalam 500 gram air jika larutan tersebut titik bekunya -1,4°C? (K_f air = 1,86°Cm⁻¹ dan Mr Urea =60)

Penentuan Mr zat terlarut dapat dihitung dengan rumus:

Penyelesaian:

$$\Delta T_b = K_b \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

Sehingga:

$$\Delta T_f = K_f \cdot \frac{w}{M} \cdot \frac{1000}{\text{massa pelarut}}$$

 $1,4^{\circ}\text{C} =$

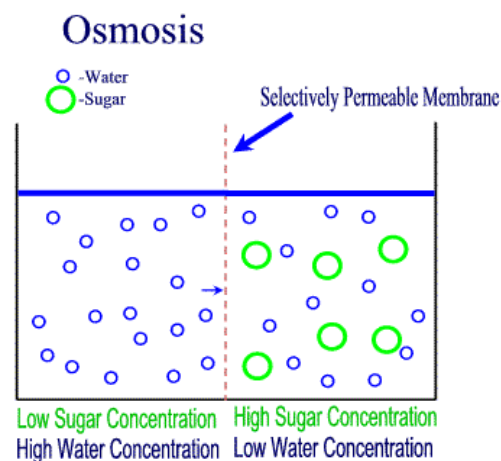
$$1,4^{\circ}\text{C} = 1,86^{\circ}\text{C/molal} \cdot \frac{w(g)}{60 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1000}{500} \text{ kg}^{-1}$$

$$W = \frac{1,4 \times 60 \times 500}{1000 \times 1,86} = 22,58 \text{ gram}$$

Jadi massa urea adalah 22, 58 gram

4. Tekanan Osmotik

Pada penerapan sifat koligatif larutan, tekanan osmotik dapat dijumpai pada proses kimia dan biologi bergantung pada aliran molekul pelarut secara selektif melewati membran berpori dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat. Hal ini diperlihatkan pada gambar 1.5 berikut.



Gambar 1.5 Proses osmotik: pergerakan molekul dari larutan encer ke larutan pekat melalui membran semipermeabel

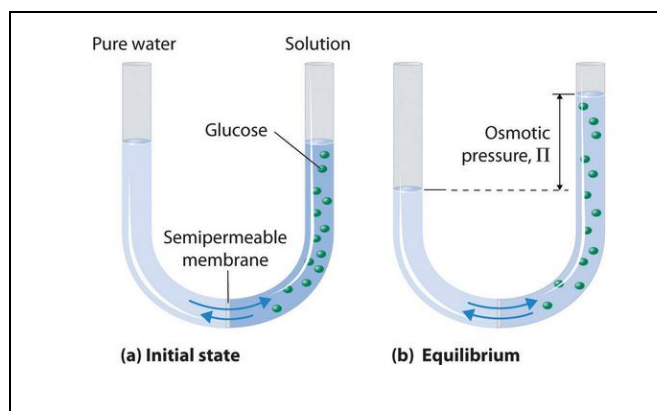
Gerakan molekul pelarut murni/larutan yang lebih encer melewati membran semipermeabel dari pelarut murni atau pelarut encer ke larutan yang lebih pekat disebut osmosis, sedangkan Tekanan osmotik (π) suatu larutan adalah tekanan yang diperlukan untuk menghentikan osmosis. Akibat laju ke kanan lebih besar dari laju ke kiri maka timbul peristiwa osmosis. Agar laju ke kanan sama dengan laju ke kiri maka harus diberi tekanan sedemikian



rupa sedemikian rupa sehingga seimbang dan tekanan disebut tekanan osmosis.

Bagaimana bisa terjadi tekanan osmotik?

Hal ini diilustrasikan menggunakan gambar 1.6. Pada gambar 1.6 (a) kondisi awal kedua permukaan yang sama tinggi antara pelarut/larutan encer dengan larutan yang lebih pekat; sedangkan (b) tekanan osmotik sama dengan tekanan hidrostatik yang diberikan oleh kolom cairan sebelah kanan a keadaan kesetimbangan. Pada dasarnya pengaruh yang sama terjadi jika pelarut murni digantikan dengan larutan yang lebih encer daripada larutan yang ada di sebelah kanan. Pada wadah tersebut, kedua larutan dipisahkan dengan membran semipermeabel yang memungkinkan molekul pelarut melewatinya tetapi menghalangi lewatnya zat terlarut. Pada awalnya, permukaan air memiliki tinggi permukaan yang sama. Setelah beberapa saat, permukaan di bagian kanan mulai naik hingga mencapai kondisi kesetimbangan. Gerakan molekul pelarut murni melewati membran semipermeabel dari pelarut murni atau pelarut encer ke larutan yang lebih pekat disebut osmosis. Tekanan osmotik (π) suatu larutan adalah tekanan yang diperlukan untuk menghentikan osmosis. Tekanan ini dapat diukur langsung dari selisih permukaan-permukaan cairan pada keadaan akhir



Gambar 1.6 Tekanan osmotik (a) permukaan pelarut murni (kiri) dan permukaan larutan (kanan) pada awalnya sama tinggi, (b) proses selama osmosis permukaan pada sisi larutan naik sebagai akibat aliran pelarut murni dari kiri ke kanan.

(Sumber: *general chemistry book, colligative properties of solution*, <http://2012books.lardbucket.org/>)



Berdasarkan penjelasan tersebut, tekanan osmotik dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\pi = MRT$$

$$\pi V = nRT$$

Keterangan:

M = molaritas larutan

R = konstanta gas (0,0821 L.atm/K.mol)

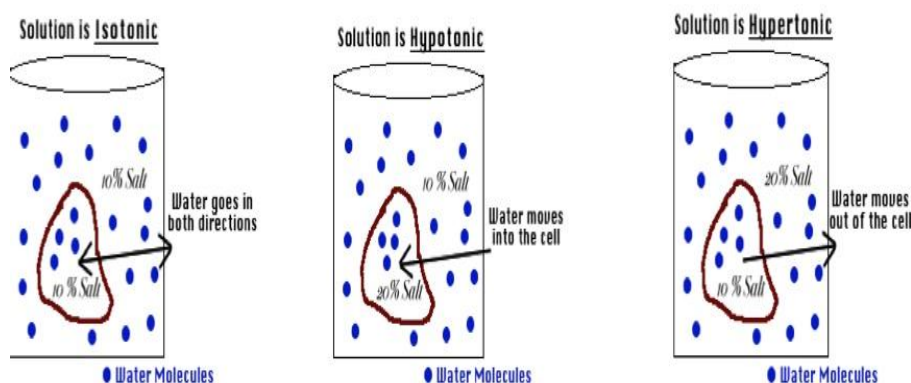
T = suhu mutlak ;

π = tekanan (atm)

n = jumlah mol zat terlarut

V = volume larutan (L)

Konsentrasi dinyatakan dengan molaritas, karena pengukuran tekanan osmotik dilakukan pada suhu tetap. Tekanan osmotik pun berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Jika kedua larutan mempunyai konsentrasi yang sama maka tekanan osmotik pun akan sama akan disebut keadaan *isotonik*. Jika kedua larutan memiliki tekanan osmotik yang tidak sama, larutan yang lebih pekat disebut *hipertonik* dan larutan yang lebih encer disebut *hipotonik*.



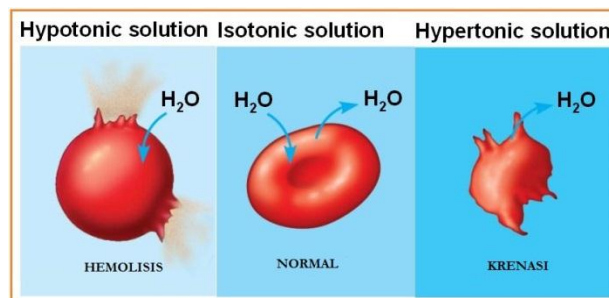
Sumber: kimia.upi.edu

Gambar 1.7 Partikel zat terlarut dan pelarut murni (air) pada kondisi isotonik, hipotonik dan hipertonik



Fenomena tekanan osmotik dapat diamati dalam banyak contoh yang menarik, diantaranya:

1. Hemolisis, yaitu kadar sel darah merah yang terlindungi dari lingkungan eksternal oleh membran semipermeable. Sel darah merah diletakkan dalam larutan hipotonik, karena larutan hipotonik kurang pekat dibandingkan larutan di dalam sel, air bergerak ke dalam sel. Sel akan menggembung dan akhirnya pecah membebaskan hemoglobin dan molekul lain.



Gambar 1.8 (a) larutan hipotonik (b) larutan isotonik (c) larutan hipertonik yang terjadi pada sel darah merah
(Sumber: General chemistry)

2. Pengawetan selai dan jelly. Kadar gula pada selai dan jelly sangat tinggi yang penting dalam proses pengawetan, karena gula membantu membunuh bakteri. Jika sel bakteri berada dalam larutan gula hipertonik, air intrasel cenderung bergerak keluar dari sel bakteri ke larutan yang lebih pekat melalui proses osmosis. Proses ini disebut krenasi, menyebabkan sel mengerut dan akhirnya tidak berfungsi lagi. Tekanan osmotik merupakan mekanisme utama dalam pengangkutan air ke bagian atas pada tumbuhan. Karena daun terus menerus kehilangan air ke udara, dalam proses yang disebut transpirasi, konsentrasi zat terlarut dalam cairan daun meningkat. Air didorong ke atas lewat batang, cabang dan ranting ranting pohon oleh tekanan osmotik.

Penggunaan sifat koligatif untuk menentukan massa molar

Sifat koligatif larutan non elektrolit dapat digunakan untuk menentukan massa molar zat terlarut. Berikut ini adalah contoh soal dalam penentuan massa molar

**Contoh Soal 4**

Sebanyak 7,85 g sampel senyawa dengan rumus empiris C_5H_4 dilarutkan ke dalam 301 g benzena. Titik beku larutan adalah $1,05^\circ C$ di bawah titik beku benzena murni. Berapa massa molar dan rumus molekul senyawa tersebut?

Penyelesaian**Tahap 1 Menghitung molalitas larutan dari titik bekunya**

$$\text{Molalitas} = \frac{\Delta T_b}{K_b} = \frac{1,05 \text{ } ^\circ C}{5,12 \text{ } ^\circ C/m} = 0,205 \text{ } m$$

Karena ada 0,205 mol zat terlarut dalam 1 kg pelarut, jumlah mol zat terlarut dalam 301 g atau 0,301 kg, pelarut adalah:

Tahap 2 menentukan jumlah mol senyawa dalam 7,58 g

$$\text{Molalitas} = \frac{0,205 \text{ } mol}{1 \text{ } kg \text{ } pelarut} \times 0,301 \text{ } kg \text{ } pelarut = 0,0617 \text{ } mol$$

Sehingga dapat dihitung massa molar zat terlarut

$$\frac{7,85 \text{ } g}{0,0617 \text{ } mol} = 127 \text{ } g/mol$$

Karena massa rumus C_5H_4 adalah 64 g dan massa molarnya adalah 127 g, maka rumus molekulnya adalah $C_{10}H_8$ (naftalena)

SIFAT KOLIGATIF LARUTAN ELEKTROLIT

Sifat koligatif larutan dapat terjadi pula pada larutan elektrolit. Pada larutan elektrolit terjadi proses terurainya ion-ion dalam larutan. Banyaknya partikel zat terlarut adalah yang menentukan sifat koligatif larutan. Contohnya adalah, larutan garam NaCl didalamnya akan terurai menjadi ion Na^+ dan Cl^- sehingga 0,1 m larutan NaCl akan dua kali lebih besar dibandingkan 0,1 molal larutan nonelektrolit. Larutan non elektrolit, misalnya sukrosa atau gula. Bagaimana dengan Larutan $CaCl_2$ pada penurunan titik beku?

0,1 m larutan $CaCl_2$ tentunya akan menurunkan titik beku tiga kali lebih banyak daripada 0,1 m larutan sukrosa. Mengapa hal ini terjadi? Untuk melihat pengaruh ini, perhatikan persamaan berikut ini



$$\Delta T_b = i \cdot K_b \cdot m$$

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m$$

$$\pi = i \cdot M \cdot R \cdot T$$

Variabel i adalah faktor Van't Hoff yang didefinisikan sebagai berikut.

$$i = \frac{\text{jumlah partikel sebenarnya dalam larutan setelah penguraian}}{\text{jumlah satuan rumus yang semula terlarut dalam larutan}}$$

Jadi i harus bernilai 1 untuk semua non elektrolit. Pada larutan elektrolit i ditentukan dari ion ion yang terurai dalam larutan. Misalnya setiap satuan NaCl atau KNO_3 akan terurai menjadi 2 ion sehingga $i=2$, sedangkan setiap satuan Na_2SO_4 atau MgCl_2 yang terurai menghasilkan 3 ion ($i=3$). Pada kenyataannya sifat koligatif larutan elektrolit biasanya lebih kecil daripada yang diperhitungkan, karena pada konsentrasi yang lebih tinggi, gaya elektrostatik berpengaruh sehingga kation dan anion saling tarik menarik. Suatu kation dan satu anion yang terikat oleh gaya elektrolistik dinamakan gaya elektrostatik (pasangan ion) Pembentukan satu pasangan ion menurunkan jumlah partikel dalam larutan sebanyak satu, mengakibatkan berkurangnya sifat koligatif. Tekanan osmotik termasuk dalam sifat-sifat koligatif karena besarnya hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut.

Perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan non elektrolit secara kuantitatif dinyatakan oleh faktor van't Hoff (i). Harga i dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$i = \frac{n\alpha + (1 - \alpha)}{1} \text{ atau } i = \frac{1 + (n - 1)\alpha}{1} \text{ atau } i = 1 + (n - 1)\alpha$$

i merupakan faktor van't Hoff sebagai pengali untuk memperoleh harga sifat koligatif larutan elektrolit, n adalah jumlah ion dari zat elektrolit, dan α adalah derajat ionisasi zat elektrolit.

Harga faktor Van't Hoff setiap zat elektrolit sangat bervariasi bergantung pada konsentrasi larutannya. Harga i berlaku untuk larutan elektrolit encer.

**Contoh Soal 5**

Larutan kalsium klorida dibuat dengan melarutkan 25 gram CaCl_2 dalam 500 gram air. Hitung tekanan uap larutan pada 80°C jika tekanan uap air pada suhu $80^\circ\text{C} = 355 \text{ mmHg}$ (massa atom relatif $\text{Ca}=40$, $\text{Cl}=35,5$, $\text{H}=1$, $\text{O}=16$)

Penyelesaian

$$\text{Mol H}_2\text{O} = 500/18 = 27,8 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CaCl}_2 = 25/111 = 0,225 \text{ mol}$$

CaCl_2 dalam air terurai menjadi tiga ion (Ca^{2+} , dan 2 ion Cl^-) maka dalam larutan terdapat

$$3 \times 0,225 \text{ mol ion} = 0,675 \text{ mol ion}$$

Jadi

$$X \text{ H}_2\text{O} = \text{mol H}_2\text{O} / (\text{mol H}_2\text{O} + \text{mol CaCl}_2)$$

$$= \frac{27,8 \text{ mol}}{27,8 \text{ mol} + 0,675 \text{ mol}} = 0,976$$

$$P \text{ larutan} = X \text{ pelarut} \cdot P^\circ \text{ pelarut}$$

$$= 0,976 \cdot 355 \text{ mmHg} = 346,5 \text{ mmHg}$$



D. Aktivitas Pembelajaran

Lembar Kerja 1

Penurunan titik beku larutan

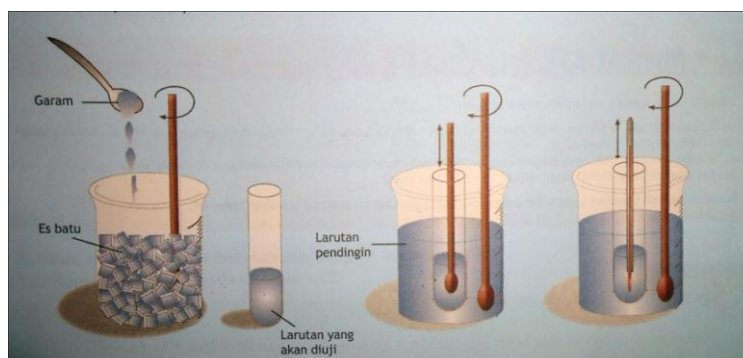
Pada kegiatan ini, Anda akan melakukan percobaan dalam mengamati titik beku pelarut, larutan encer non elektrolit serta penentuan titik beku larutannya

Alat dan Bahan

1. Wadah plastik
2. Tabung reaksi
3. Rak Tabung
4. Termometer
5. Gelas ukur 10 mL
6. Pipet tetes
7. Larutan urea 1m dan 2 m
8. Larutan gula 1m dan 2 m
9. Garam dapur kristal
10. Es Batu
11. Aquadest

Langkah Kerja

1. Siapkan 5mL aquadest di dalam tabung reaksi
2. Letakan tabung reaksi di dalam wadah plastik berisi potongan potongan es dan garam
3. Masukkan termometer ke dalam tabung reaksi kemudian digoyang goyang kan wadah tersebut sambil memegang termometer sampai air mulai membeku (ada campuran air dan es)
4. Catat temperatur air yang membeku pada tabel pengamatan
5. Kerjakan percobaan seperti di atas dengan menggunakan larutan urea 0,1 m, urea 0,5m , gula 0,1m dan gula 0,5m
6. Catat temperatur titik beku larutan pada tabel pengamatan



Pertanyaan

1. Bagaimana pengaruh molalitas larutan urea dan larutan gula pada titik beku larutan dan penurunan titik beku?
2. Buatlah kesimpulan dari eksperimen

**Data percobaan penurunan titik beku larutan**

No	Zat terlarut	Molalitas larutan (m)	Titik beku Larutan	Penurunan titik beku
1	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,1		
2	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,5		
3	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	0,1		
4	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	0,5		

Kesimpulan:**Lembar Kerja 2****Penentuan kenaikan titik didih****Langkah kerja**

Kondisi 1

Panaskan 50mL air hingga mendidih lalu ukur suhu air pada saat mendidih



<p>2</p> <p>statif termometer 2,5 gram gula Air 50 ml kaki tiga bunsen</p>	<p>Kondisi 2</p> <p>Campurkan 2,5 gram gula pasir ke dalam 50 mL air hingga larut sempurna. Lalu panaskan hingga mendidih dan ukur suhunya</p>
<p>3</p> <p>statif termometer 2,5 gram garam Air 50 ml kaki tiga bunsen</p>	<p>Kondisi 3</p> <p>Campurkan 2,5 gram garam ke dalam 50 mL air hingga larut sempurna. Lalu panaskan hingga mendidih dan ukur suhunya</p>

Data percobaan penurunan titik didih larutan

No	Zat terlarut	Jumlah	Molalitas larutan (m)	Titik didih Larutan
1	Air	.....mL		
2	Air gula	.....gram/...mL		
3	Air garam	.....gram/...mL		

Hitung masing masing kenaikan titik didih larutan pada larutan gula dan larutan garam



Kesimpulan:

Buatlah grafik suhu terhadap molalitas larutan

Lembar Kerja 3 Observasi

Peristiwa Osmosis

1. Siapkan telur ayam, cuka dapur dan air suling
2. Rendam telur ayam dalam larutan cuka dapur sampai kulit telur mengelupas. Pengelupasan kulit telur terjadi karena ada reaksi antara kulit telur dan asam. Tuliskan reaksi yang terjadi pada proses tersebut
3. Setelah kulit telur mengelupas, maka ada selaput pada telur itu, yaitu selaput semipermeabel
4. Telur ditimbang, kemudian rendam di dalam air suling kira-kira 30 menit. Timbang lagi apakah massanya bertambah atau berkurang? Mengapa ada perubahan massa telur?

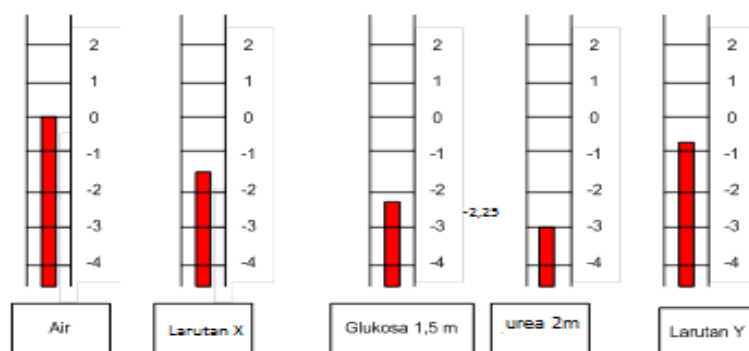


E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebanyak 4,5 gram glukosa ($M_r = 180$) dilarutkan ke dalam 90 gram air ($M_r = 18$). Jika tekanan uap jenuh pelarut pada suhu 25°C adalah 240 mmHg, maka tekanan uap larutan adalah....

- A. $\frac{5}{5,025} \times 240 \text{ mmHg}$
 B. $\frac{0,5}{5} \times 240 \text{ mmHg}$
 C. $\frac{5}{0,5} \times 240 \text{ mmHg}$
 D. $\frac{5,025}{0,5} \times 240 \text{ mmHg}$

2. Data titik beku dari percobaan sifat koligatif larutan ditunjukkan oleh gambar termometer berikut!



Diantara jawaban berikut, mana yang sesuai dengan larutan X dan Y?

	Larutan X	Larutan Y
A.	glukosa 0,5 m	natrium klorida 0,5 m
B.	urea 0,5 m	natrium klorida 1 m
C.	natrium klorida 0,5 m	urea 2 m
D.	Urea 1m	glukosa 0,5 m

3. Ke dalam 250 gram air dilarutkan 8,7 gram K_2SO_4 ($M_r = 174$). Jika K_b air adalah $0,52^\circ\text{C/molal}$, tentukan kenaikan titik didih larutan tersebut!

- A. $0,213^\circ\text{C}$
 B. $0,524^\circ\text{C}$



- C. $0,312^{\circ}\text{C}$
D. $0,125^{\circ}\text{C}$
4. Tentukan tekanan osmotik larutan glukosa ($M_r = 180$) yang dibuat dengan melarutkan 10,8 gram glukosa dalam air hingga volumenya 400 mL pada suhu 27°C . Gunakan $R = 0,082 \text{ L atm / mol K}$.
- A. 2,54 atm
B. 3,69 atm
C. 4,16 atm
D. 0,18 atm
5. Pernyataan yang tepat mengenai sifat koligatif larutan adalah
- A. sifat koligatif larutan bergantung pada jenis zat terlarut
B. sifat koligatif larutan bergantung pada jumlah partikel zat terlarut
C. tekanan uap suatu zat merupakan sifat koligatif larutan yang tergantung pada jenis zat
D. salah satu sifat koligatif larutan adalah penurunan titik didih larutan

Soal Uraian

1. Suatu larutan dibuat dengan melarutkan 35 g hemoglobin ke dalam air hingga volume larutan menjadi 1 L. Tekanan osmotik larutan pada suhu 25°C sebesar 10 mmHg. Hitung massa molar hemoglobin tersebut. Hitung molaritas larutan, konversi satuan tekanan dari mmHg menjadi satuan atm, asumsikan hemoglobin adalah larutan non elektrolit $i = 1$:
2. 0,035 M larutan asam nitrit (HNO_2) mempunyai tekanan osmosis 0,93 atm pada 22°C . Hitung persen ionisasi asam tersebut.
3. Suatu padatan mengandung campuran MgCl_2 dan NaCl . Ketika 0,50 g campuran ini dilarutkan ke dalam air hingga volumenya 1 L, tekanan osmosis pada suhu 25°C teramati sebesar 0,399 atm. Berapa persen MgCl_2 dalam padatan tersebut? (Asumsikan larutan ini bersifat ideal).



F. Rangkuman

- Sifat koligatif larutan bergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan dan tidak tergantung pada jenis partikel zat terlarut.
- Beberapa sifat koligatif larutan adalah penurunan tekanan uap, peningkatan titik didih, penurunan titik beku dan tekanan osmotik.
- Sifat koligatif larutan dapat di bedakan menjadi dua macam yaitu sifat larutan elektrolit dan non elektrolit. Hal itu disebabkan zat terlarut dalam larutan elektrolit bertambah jumlahnya karena terurai menjadi ion-ion,
- Gerakan molekul pelarut murni melewati membran semipermeabel dari pelarut murni atau pelarut encer ke larutan yang lebih pekat disebut osmosis. Tekanan osmotik (π) suatu larutan adalah tekanan yang diperlukan untuk menghentikan osmosis
- Penerapan sifat koligatif dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai, seperti pembuatan es puter, antibeku dalam tubuh hewan, antibeku air radiator di daerah iklim dingin, proses memasak dan sebagainya.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: UNSUR-UNSUR PERIODE KETIGA

Unsur-unsur yang berada di alam mempunyai sifat atau karakteristik yang bermacam-macam. Sifat-sifat unsur ini dapat berupa sifat fisis seperti jari-jari atom, titik didih, titik leleh, kekerasan, warna, kelarutan, dan sifat unsur lainnya, serta sifat kimia unsur seperti kereaktifan, keelektronegatifan, sifat oksidator, sifat reduktor, dan sifat khusus lainnya.

Materi Kimia Unsur pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 1 SMA dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut :

KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.6 Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dampak, proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah, periode 3) serta unsur golongan transisi (periode 4) dan senyawanya dalam kehidupan sehari-hari. KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4.6. Menalar dan menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dampak, proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah, periode 3) serta unsur golongan transisi (periode 4) dan senyawanya dalam kehidupan sehari-hari. Kompetensi guru terkait materi ini adalah “Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel” dengan sub kompetensi “Memahami kelimpahan, sifat, pembuatan dan kegunaan unsur-unsur periode ketiga”.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini, Anda diharapkan dapat memahami kelimpahan, sifat fisis dan sifat kimia, pembuatan dan kegunaan senyawa unsur periode ketiga bagi manusia dan lingkungan.



B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Menjelaskan kelimpahan unsur-unsur periode ketiga.
2. Menjelaskan sifat fisik unsur-unsur periode ketiga.
3. Menjelaskan sifat kimia unsur-unsur periode ketiga.
4. Menentukan daya pereduksi unsur-unsur periode ketiga.
5. Menjelaskan pembuatan unsur-unsur periode ketiga.
6. Menjelaskan kegunaan unsur-unsur periode ketiga.

C. Uraian Materi

Unsur-unsur periode ketiga terdiri dari Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar. Sifat-sifat unsur dalam satu golongan umumnya sama, hanya ada sifat yang berbeda-beda. Sebaliknya sifat unsur dalam satu periode berubah secara bertahap, sehingga sifat unsur paling kiri berbeda dengan sifat unsur paling kanan baik dalam sifat fisika maupun sifat kimianya

Pada modul G ini membahas mengenai Kelimpahan, sifat, pembuatan dan kegunaan unsur-unsur periode ketiga

1. Sifat Fisik Unsur-unsur Periode Ketiga

Pada sistem periodik, unsur-unsur periode ketiga terdiri dari unsur logam dan non logam sifat ini dapat dilihat dari data titik leleh, titik didih, dan daya hantar listriknya. Coba amati Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Sifat logam dan non logam unsur periode ke-3

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Titik Leleh °C	98	650	660	1420	44	199	-102	-189
Titik Didih °C	892	1100	2460	2355	280	445	-34	-186
Daya Hantar Listrik	Konduktor	Konduktor	Konduktor	Konduktor	Isolator	Isolator	isolator	Isolator

Coba amati bagaimana kecenderungan titik leleh, titik didih, dan daya hantar listrik unsur periode ke-3 dari kiri ke kanan?



Berdasarkan tabel 2.1 titik leleh untuk unsur Na sampai S berwujud padat, sedangkan Cl dan Ar berwujud gas. Na, Mg, Al dan Si dapat menghantarkan arus listrik bersifat logam. Sifat logam dari Na ke Al berkurang, Si bersifat semi logam sedangkan P sampai Ar bersifat non logam.

2. Sifat Kimia Unsur-unsur Periode Ketiga

Unsur-unsur periode ketiga masing-masing terletak pada golongan 1 sampai 18 (golongan utama). Konfigurasi elektron unsur-unsurnya dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Konfigurasi elektron unsur-unsur periode ketiga

Nama Unsur	Lambang Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron
Natrium	Na	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
Magnesium	Mg	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
Aluminium	Al	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
Silikon	Si	14	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
Fosfor	P	15	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
Sulfur	S	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
Klor	Cl	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
Argon	Ar	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Dari tabel 2.2 berdasarkan konfigurasi elektronnya dapat terlihat unsur tersebut mencapai kestabilannya dengan melepaskan elektron (Na, Mg, Al), Si bersifat semi logam sedangkan unsur P, S, Cl mencapai kestabilan dengan cara menerima elektron. Unsur Ar termasuk unsur golongan gas mulia.

Perubahan sifat unsur-unsur periode ketiga dapat diamati juga dari ukuran jari-jari atom dan energi ionisasinya. Perhatikan tabel 2.3 jari-jari atom dan energi ionisasi untuk unsur periode ketiga.

Tabel 2.3. Jari-jari atom dan energi ionisasi unsur periode ketiga

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Jari-jari (nm)	0,191	0,160	0,130	0,118	0,110	0,102	0,099	0,095
Energi Ionisasi (kJ/mol)	495	738	577	787	1060	1000	1255	1520

Berdasarkan tabel 2.3 terlihat bahwa jari-jari atom dari kiri ke kanan makin kecil, hal ini disebabkan pada satu periode makin ke kanan muatan inti bertambah.



Tarik menarik inti dengan elektron kulit terluar makin kuat sehingga jari-jari atom makin kecil.

Energi ionisasi dari kiri ke kanan cenderung makin besar tetapi energi ionisasi Mg lebih besar dari Al dan P lebih besar dari S, hal ini disebabkan konfigurasi elektron Mg lebih stabil dari Al dan P lebih stabil dari S. Mg memiliki orbital yang penuh elektron dan P memiliki orbital setengah penuh.

3. Sifat Reduktor dan Oksidator Unsur-unsur Periode Ketiga

Untuk mencapai susunan elektron stabil, natrium dapat melepaskan 1 elektron, sedangkan klor menangkap 1 elektron.



Na mudah melepaskan elektron berarti mudah mengalami oksidasi (bersifat reduktor), sedangkan klor lebih mudah menangkap elektron, berarti mudah mengalami reduksi (bersifat oksidator).

Pada tabel 2.4. Di sajikan data kekuatan sifat reduktor dan oksidator unsur periode ketiga dapat dilihat dari harga potensial elektrode standar.

Tabel 2.4. Potensial Elektrode Standar (E°) Unsur Periode Ketiga

Reaksi	Potensial Elektrode Standar (E°)
$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na (s)}$	-2,71 volt
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg (s)}$	-2,37 volt
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al (s)}$	-1,66 volt
$\text{SiO}_2(\text{aq}) + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow \text{Si (s)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$	-0,86 volt
$\text{H}_3\text{PO}_2(\text{aq}) + \text{H}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{P (s)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)}$	-0,51 volt
$\text{S (s)} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{S}^{2-}(\text{aq})$	-0,48 volt
$\frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}^-(\text{aq})$	+1,36 volt

Berdasarkan harga potensial elektrode standar, natrium, magnesium, dan aluminium merupakan reduktor kuat. Daya pereduksi unsur-unsur periode ketiga



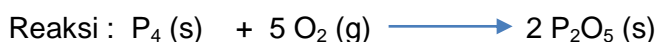
dari kiri ke kanan semakin berkurang, sedangkan daya pengoksidasi makin bertambah. Unsur klor merupakan oksidator kuat.

Natrium bereaksi hebat dengan air, sehingga menimbulkan ledakan dan nyala api.

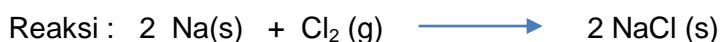


Magnesium juga dapat bereaksi dengan air, tapi lebih lambat dibandingkan reaksi Na dengan air, sedangkan Al dan S tidak bereaksi dengan air. Dengan demikian Na bersifat pereduksi paling kuat.

Daya pereduksi Si sangat lemah, Si tidak bereaksi dengan air, fosfor mempunyai sifat pereduksi dan pengoksidasi yang lemah tetapi dengan oksidator kuat dapat bertindak sebagai pereduksi.



Klor merupakan oksidator yang kuat, klor dapat mengoksidasi logam alkali, alkali tanah, dan logam transisi membentuk senyawa klorida.



Dapat disimpulkan dari kiri kekanan, unsur-unsur periode ketiga memiliki sifat daya pereduksi makin lemah dan daya pengoksidasi makin kuat.

4. Sifat Senyawa Oksida Unsur Periode Ketiga

Unsur-unsur periode ketiga dengan oksigen membentuk senyawa oksida. Rumus oksida dari unsur periode ketiga dengan bilangan oksidasi tertinggi dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Rumus Oksida dari unsur periode ketiga

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
Biloks	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	-
Rumus Oksida	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇	-

Sifat-sifat oksida unsur periode ketiga ditampilkan pada tabel 2.6. Coba amati bagaimana sifat-sifatnya.

**Tabel 2.6.** Beberapa sifat oksida unsur-unsur periode ketiga

	N_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_{10}	SO_3	Cl_2O_7
Jenis Senyawa	← Ionik →			← Molekuler →			
Struktur	← Tiga Dimensi Ekstensif →				← Diskret Satuan Molekular →		
Titik Leleh (°C)	1275	2800	2045	1610	580	16,8	-91,5
Titik Didih (°C)	?	3600	2980	2230	?	44,8	82
Sifat Asam Basa	Basa	Basa	Amfoter	← Asam →			

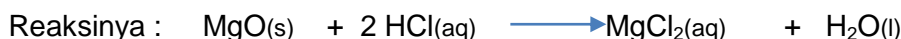
(Sumber : Raymond Chang, Kimia Dasar Jilid 1)

Kita telah mengamati sebelumnya bahwa oksigen memiliki kecenderungan untuk membentuk ion oksida. Kecenderungan ini amat didorong dalam reaksi dengan logam yang memiliki energi ionisasi yang rendah, yaitu golongan 1, 2 dan aluminium. Jadi Na_2O , MgO , Al_2O_3 adalah senyawa-senyawa ionik, seperti yang terlihat dari titik leleh dan titik didihnya yang tinggi. Senyawa-senyawa ini memiliki struktur tiga dimensi yang luas dimana setiap kation dikelilingi oleh sejumlah tertentu anion, dan sebaliknya. Karena energi ionisasi unsur-unsur meningkat dari kiri ke kanan, maka sifat molekul dari oksida-oksida yang terbentuk akan bertambah juga. Silikon adalah metaloid oksidanya, (SiO_2) juga memiliki jaringan tiga dimensi yang sangat besar, walaupun dengan tidak adanya ion-ion. oksida fosfor, belerang dan klor adalah senyawa molekul yang terdiri atas satuan-satuan kecil yang terpisah. Tarik-menarik yang lemah antara molekul-molekul ini menghasilkan titik leleh dan titik didih yang relatif rendah.

Senyawa oksida unsur periode ketiga dapat membentuk senyawa asam atau basa, bergantung pada apakah oksida ini menghasilkan asam atau basa ketika dilarutkan dalam air atau bereaksi sebagai asam atau basa dalam proses tertentu. Beberapa oksida bersifat oksida amfoter, yang berarti bahwa oksida-oksida tersebut bersifat asam maupun basa. Dua oksida pertama pada periode ketiga Na_2O , MgO adalah oksida basa. Dimana Na_2O bereaksi dengan air membentuk natrium hidroksida yang bersifat basa.

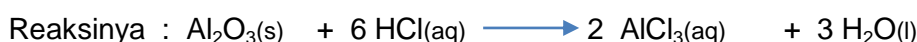


Magnesium oksida agak sulit larut. Tetapi oksida tersebut bereaksi dengan asam dengan cara yang menyerupai reaksi asam-basa :

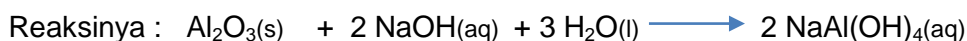


Perhatikan bahwa produk reaksinya adalah berupa garam MgCl_2 dan air, produk yang biasa dihasilkan pada reaksi penetralan asam-basa.

Aluminium oksida bahkan lebih sulit larut dibandingkan magnesium oksida, oksida ini juga tidak bereaksi dengan air. Tetapi zat ini menunjukkan sifat-sifat basa bereaksi dengan asam.

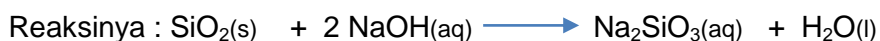


Zat ini juga menunjukkan sifat-sifat asam dengan bereaksi dengan basa :



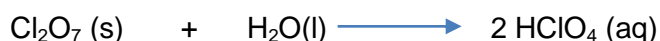
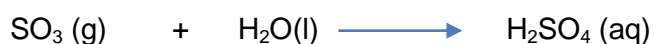
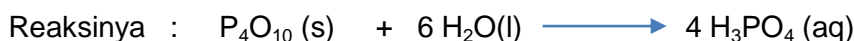
Jadi Al_2O_3 digolongkan sebagai oksida amfoter karena memiliki sifat-sifat asam maupun basa. Oksida amfoter yang lain adalah ZnO , BeO , dan Bi_2O_3 .

Silikon dioksida tidak larut dalam air dan tidak bereaksi dengan air. Tetapi oksida ini memiliki sifat-sifat asam karena bereaksi dengan basa yang sangat pekat.



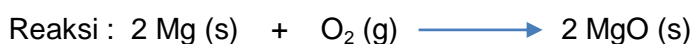
Karena alasan inilah, basa pekat seperti NaOH sebaiknya tidak ditempatkan dalam peralatan gelas *pyrex* yang terbuat dari SiO_2 .

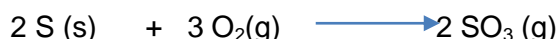
Oksida periode ketiga yang tersisa bersifat asam, seperti ditandai reaksinya dengan air membentuk asam fosfat (H_3PO_4), asam sulfat (H_2SO_4), dan asam perklorat (HClO_4).



Senyawa oksida unsur-unsur periode ketiga menunjukkan bahwa dengan menurunnya karakter logam unsur-unsur dari kiri ke kanan dalam satu periode, oksidanya berubah dari bersifat basa menjadi amfoter kemudian menjadi asam.

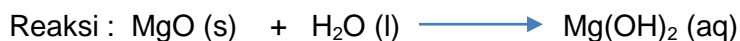
Pembakaran magnesium dan belerang masing-masing menghasilkan senyawa oksida yaitu magnesium oksida dan belerang trioksida.





Magnesium oksida bereaksi dengan air menghasilkan magnesium hidroksida.

Belerang trioksida bereaksi dengan air menghasilkan asam sulfat.



Magnesium pada periode ketiga terletak di bagian kiri, sedangkan belerang di sebelah kanan, maka oksida bagian kiri pembentuk basa sedangkan oksida bagian kanan pembentuk asam.

5. Sifat Asam-Basa Hidroksida Unsur Periode Ketiga

Hidroksida adalah senyawa yang dapat menghasilkan ion OH^- . Rumus hidroksida unsur periode ketiga dengan bilangan oksidasi tertinggi dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Rumus hidroksida unsur periode ketiga

Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
Rumus Hidroksida	NaOH	Mg(OH)_2	Al(OH)_3	Si(OH)_4	P(OH)_5	S(OH)_6	Cl(OH)_7

Senyawa hidroksida umumnya bersifat basa, bagaimanakah dengan sifat hidroksida unsur periode ketiga? Rumus senyawa hidroksida secara umum dapat ditulis LOH . Jika Keelektronegatifan L kecil, maka ikatan antara L dengan O lemah dan ikatan O dengan H kuat, sehingga ikatan antara L dengan O lebih mudah putus dan OH^- akan lepas akibatnya LOH bersifat basa.



Hidroksida unsur periode ketiga yang bersifat basa adalah NaOH dan Mg(OH)_2 .

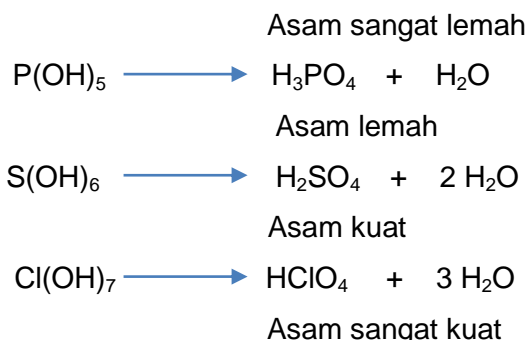
NaOH bersifat basa kuat, Mg(OH)_2 basa lemah.

Jika keelektronegatifan unsur L besar, ikatan antar L dengan O kuat, sedangkan ikatan antara O dengan H lemah, maka ikatan O dengan H mudah putus dan terbentuk LO^- dan H^+ yang mengakibatkan LOH bersifat asam.

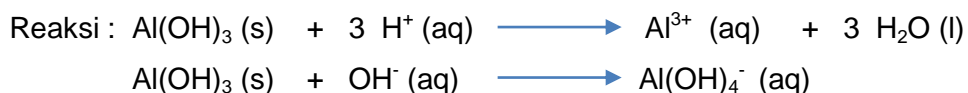


Sifat asam mulai terjadi pada senyawa Si(OH)_4 , oleh karena keelektronegatifan dari Si ke Cl makin besar maka kekuatan asamnya dari Si ke Cl bertambah.





Al(OH)_3 sukar larut dalam air, tetapi larut dalam asam maupun basa. Maka Al(OH)_3 bersifat amfoter.



Senyawa-senyawa hidroksida unsur periode ketiga dari kiri ke kanan sifat basanya berkurang dan sifat asamnya bertambah sedangkan Al(OH)_3 bersifat amfoter.

6. Karakteristik Unsur-unsur Periode Ketiga

Unsur-unsur periode ketiga terdiri dari Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar, unsur Na, Mg, Cl dan Ar sudah dibahas pada modul kelompok kompetensi lainnya, maka pembahasan lebih difokuskan ke unsur Al, Si, P dan S.

a. Aluminium (Al)

Aluminium dalam sistem periodik terdapat pada golongan 13 dengan elektron valensi $ns^2 np^1$, dan bilangan oksidasi +3. Aluminium pada umumnya membentuk senyawa kovalen. Senyawa ion aluminium sangat terbatas, misalnya AlF_3

1) Kelimpahan Aluminium di Alam

Aluminium adalah termasuk logam transisi yang paling reaktif. Kelimpahan aluminium terbanyak terdapat di kerak bumi (7,5%) merupakan unsur ketiga (setelah oksigen dan silikon) terbanyak dalam kulit bumi, tetapi tidak ditemukan dalam bentuk unsur bebas. Aluminium terutama terdapat dalam mineral alumino silikat yang ditemukan berasal dari batuan kulit bumi. Akibat perubahan alam, batuan ini membentuk lempung yang mengandung aluminium. Setelah melalui proses alam yang panjang dan lama, lempung tersebut menghasilkan deposit bauksit, suatu



bijih aluminium yang mengandung $\text{AlO}(\text{OH})$ dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam berbagai komposisi.

Corundum adalah mineral keras yang mengandung aluminium oksida, Al_2O_3 . Oksida aluminium murni tidak berwarna, tetapi akibat adanya pengotor dapat menghasilkan berbagai warna.

2) Sifat-Sifat Unsur Aluminium

Aluminium termasuk logam yang murah dibandingkan dengan logam yang lainnya. Aluminium murni adalah logam berwarna putih keperakan dengan banyak karakteristik yang diinginkan. Aluminium ringan, tidak mengalami korosi, sangat kuat terutama jika digunakan aliasi. Oleh karena sifat-sifat ini aluminium digunakan untuk membuat kendaraan yang ringan dan hemat energi, tidak beracun (sebagai logam), non magnetik dan tidak memercik. Aluminium sangat lunak dan dapat dibentuk menjadi kawat atau gulungan kawat, dipress atau dicetak menjadi bentuk yang diinginkan. Sifat fisika dan kimia aluminium ditunjukkan pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Sifat Fisis dan Kimia Unsur Aluminium

Sifat	Aluminium
Elektron terluar	$3s^2 3p^1$
Wujud Fisik (25°C , 1 atm)	padat
Titik leleh ($^\circ\text{C}$)	660
Titik Didih ($^\circ\text{C}$)	2367
Massa jenis (g/cm^3)	2,70
Jari-jari atom (\AA)	1,43
Jari-jari Ion, M^{3+} (\AA)	0,68
Keelektronegatifan	1,5
$E^\circ(\text{volt}) : \text{M}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{M}(\text{s})$	-1,66
Tingkat oksidasi	+3
Energi Ionisasi (kJ/mol)	
$\text{M}(\text{g}) \rightarrow \text{M}^+(\text{g}) + \text{e}^-$	578
$\text{M}^+(\text{g}) \rightarrow \text{M}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^-$	1817
$\text{M}^{2+}(\text{g}) \rightarrow \text{M}^{3+}(\text{g}) + \text{e}^-$	2745
ΔH_0 hydration (kJ/mol): $\text{M}^{3+}(\text{g}) + \text{xH}_2\text{O} \rightarrow \text{M}^{3+}(\text{aq})$	-4740

*Untuk senyawa kovalen tingkat oksidasi +3

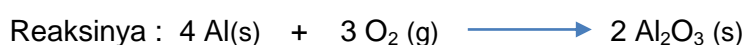
(Sumber : Whitten_Davis_Peck, General Chemistry)

Massa jenis aluminium yang relatif rendah, maka sering digunakan sebagai bahan struktur logam yang ringan. Aluminium sering dicampur



dengan Mg dan beberapa logam lain seperti Cu dan Si untuk menambah kekuatannya.

Berdasarkan potensial reduksi standar, aluminium termasuk senyawa pereduksi kuat. Reaksi : $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$ $E^{\circ} = -1,66$ Volt
Aluminium mudah teroksidasi menjadi aluminium oksida, Al_2O_3 . Oksida ini membentuk lapisan tipis pada permukaan aluminium dan bersifat inert terhadap oksidasi. Aluminium segera membentuk aluminium oksida ketika dibiarkan diudara.

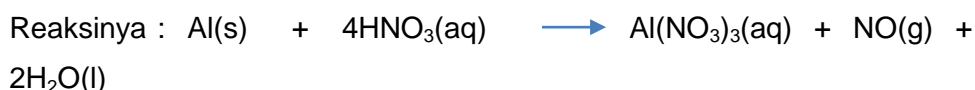


Lapisan oksida yang terbentuk mampu mencegah terjadinya oksidasi berkelanjutan.

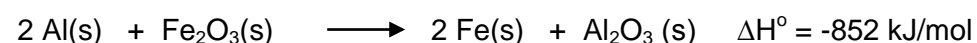
Aluminium dapat bereaksi secara langsung dengan halogen membentuk aluminium halida disertai pelepasan gas hidrogen.



Jika lapisan oksidanya diampelas, maka Al dapat bereaksi dengan asam nitrat.



Entalpi pembentukan aluminium oksida adalah sangat negatif hal ini membuat aluminium menjadi senyawa pereduksi kuat untuk oksida logam lainnya. Contoh reaksi :



Reaksinya mengeluarkan panas yang cukup untuk menghasilkan besi cair untuk baja las.

3) Pembuatan dan Kegunaan Unsur Aluminium

Aluminium adalah barang tambang yang didapat dalam skala besar sebagai bauksit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Bauksit mengandung Fe_2O_3 , SiO_2 , dan zat pengotor lainnya. Maka untuk dapat memisahkan aluminium murni dari bentuk senyawanya, zat-zat pengotor ini harus dipisahkan dari bauksit. Ini dilakukan dengan proses Bayer. Proses ini meliputi penambahan larutan natrium hidroksida (NaOH) yang menghasilkan larutan natrium alumina dan natrium silikat. Besi merupakan sisa sampingan yang didapat dalam bentuk padatan. Ketika CO_2 dialirkan terus menghasilkan larutan, natrium



silikat tinggal di dalam larutan sementara aluminium diendapkan sebagai aluminium hidroksida. Hidroksida dapat disaring, dicuci dan dipanaskan membentuk alumina murni, Al_2O_3 .

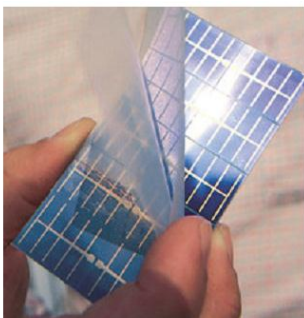
Langkah selanjutnya adalah pembentukan aluminium murni. Ini diperoleh dari Al_2O_3 melalui metode elektrolisis. Elektrolisis ini dilakukan karena aluminium bersifat elektropositif.

Aluminium banyak digunakan diindustri maupun sebagai perlengkapan alat rumah tangga diantaranya :

- aluminium digunakan pada otomobil, pesawat terbang, truck, rel kereta api, kapal laut, sepeda;
- pengemasan (kaleng, foil);
- bidang konstruksi (jendela, pintu, dll);
- pada perlengkapan memasak;
- aluminium digunakan pada produksi jam tangan karena aluminium memberikan daya tahan dan menahan pemudaran dan korosi.

b. Silikon (Si)

Silikon berada pada golongan 14 dalam sistem periodik dengan elektron valensi ns^2np^2 , membentuk ikatan kovalen dengan struktur tetrahedral. Silikon dapat membentuk enam buah ikatan yaitu SiF_6^{2-} .



Gambar 2.1. Silikon murni digunakan dalam solar sel untuk mengumpulkan energi matahari

Sumber : Whitten_Davis_Peck,
General Chemistry

1) Kelimpahan Silikon di Alam

Silikon merupakan unsur kedua terbanyak ditemukan di kerak bumi setelah oksigen (sekitar 87%) dalam bentuk silika (SiO_2) dan mineral



silikat. Silikon tidak terdapat di alam dalam keadaan bebas, silikon murni mengkristal seperti struktur berlian, tetapi atom-atom Si dikemasnya kurang erat dibanding dengan atom C.

2) Sifat-sifat Unsur Silikon

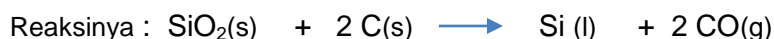
Silikon berupa padatan keras dengan struktur seperti intan, berwarna biru abu-abu mengkilap, berwarna, titik lelehnya tinggi (1.410°C), metalloid rapuh. Sepertinya logam, tetapi secara kimiawi lebih seperti sebuah nonlogam. Silikon bersifat semi konduktor, daya hantarnya kecil pada suhu kamar, tetapi pada suhu tinggi menjadi konduktor yang baik.

Silikon dapat bereaksi dengan uap air pada suhu tinggi. Persamaan reaksinya :



3) Pembuatan dan Kegunaan Unsur Silikon

Silikon dibuat melalui reduksi pasir kuarsa (SiO_2) oleh karbon dalam tungku listrik pada suhu diatas 2000°C . Silikon cair yang dihasilkan (titik leleh 1400°C) dikeringkan dari tungku.



Untuk mendapatkan silikon ultramurni, silikon mentah dipanaskan pada suhu 300°C dan dialiri gas hidrogen klorida. Dihasilkan senyawa triklorosilane (SiHCl_3) yang dapat di suling dan didestilasi kembali sampai tingkat pengotor berada dibawah tingkat part per milion (ppm) :



Reaksi sebaliknya berlangsung spontan suhu 1000°C , didapatkan silikon ultramurni. Hidrogen klorida yang dihasilkan dapat digunakan kembali pada proses pertama.



Untuk tujuan metalurgi, silikon dipadukan dengan besi membentuk ferosilikon (Fe-Si). Paduan ini diperoleh melalui reduksi besi(III) oksida bersama-sama dengan pasir kuarsa. Unsur silikon digunakan untuk membuat polimer silikon. Silikon ultramurni digunakan sebagai bahan semikonduktor padat seperti transistor, sel surya dan chips mikro komputer.



Silikon dioksida (silika) ada dalam dua bentuk di alam yaitu kuarsa, butiran kecil yang terjadi di pasir; dan batu api (Latin silex), jenis silika yang berbentuk amorf. Silika dilukiskan sebagai $(\text{SiO}_2)_n$ karena merupakan polimer padat dari SiO_4 tetrahedra.

c. Fosfor (P)

Fosfor dalam sistem periodik terletak pada golongan 15. Fosfor terdapat sebagai molekul P_4 , dimana membentuk dua oksida padat dengan rumus P_4O_6 dan P_4O_{10} .

1) Kelimpahan Di Alam

Fosfor selalu berkombinasi di alam, fosfor ada dalam semua organisme hidup sebagai organophosfat dan dalam calsium fosfat seperti hidroksiapatit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, dan fluorapatit $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}]$ dalam tulang dan gigi. Sifat fisis dan kimia fosfor ditunjukkan dalam tabel 2.9.

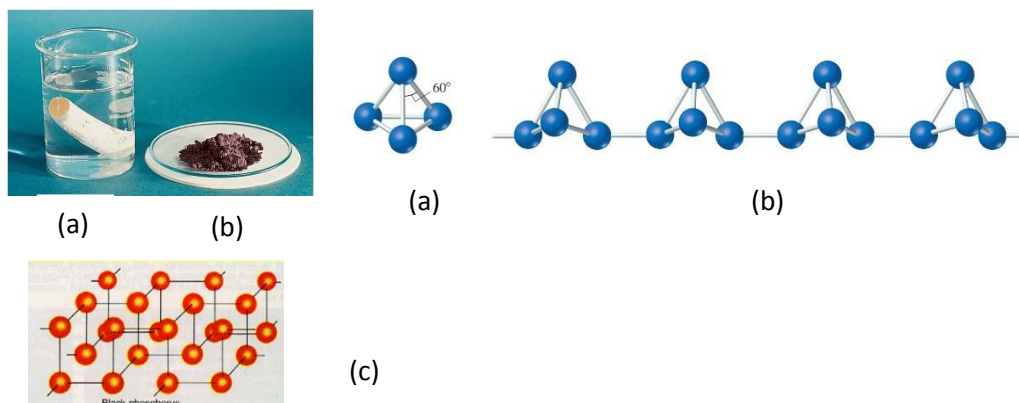


Gambar 2.2 Bentuk molekul (a) P_4O_6 ; (b) P_4O_{10}

(Sumber : Petrucci, General Chemistry)

2) Sifat-sifat Unsur Fosfor

Fosfor mempunyai beberapa alotrop yang terkenal yaitu fosfor putih dan fosfor merah. Sifat fisis dan kimia fosforditunjukkan pada tabel 9.





Gambar 2.3. Allotrof Fosfor (a) Fosfor putih ; (b) Fosfor merah; (c) Fosfor hitam

(Sumber : Petrucci, General Chemistry)

Tabel 2.9. Sifat fisis dan kimia fosfor

Sifat	Fosfor
Wujud Fisik (25°C, 1 atm)	padat
Warna	Merah, putih, hitam
Elektron terluar	3s ² 3p ²
Titik leleh (°C)	44 (putih)
Titik Didih (°C)	280 (putih)
Jari-jari atom (Å)	1,10
Keelektronegatifan	2,1
Energi Ionisasi Pertama (kJ/mol)	1012
Tingkat oksidasi	-3 sampai +5

(Sumber : Whitten_Davis_Peck, General Chemistry)

Tetrafosfor merupakan zat yang sangat reaktif, mungkin karena struktur ikatan yang sangat tegang, terbakar hebat diudara menghasilkan tetrafosfor dekaoksida.

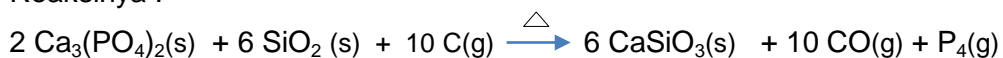


Karena bersifat reaktif maka fosfor putih harus disimpan di dalam air.

3) Pembuatan dan Kegunaan Fosfor

Di industri, unsur fosfor diperoleh dari mineral fosfat dengan pemanasan pada suhu 1200-1500 ° C dalam tanur listrik dengan pasir (SiO₂) dan kokas.

Reaksinya :



Uap fosfor terkondensasi menjadi padatan putih (titik leleh= 44°C, titik didih=280°C) di bawah H₂O untuk mencegah oksidasi. Bahkan ketika disimpan di air, fosfor putih perlahan berubah menjadi yang lebih stabil yaitu alotrop fosfor merah (titik leleh=597°C; menyublim pada 431°C). Fosfor merah dan tetrafosfor trisulfida (P₄S₃), digunakan dalam korek api, tidak terbakar secara spontan, namun terbakar dengan mudah ketika dipanaskan oleh gesekan. Fosfor putih dan merah keduanya tidak larut dalam air. Penggunaan fosfor terbesar adalah sebagai pupuk.



d. Belerang (S)

Belerang dalam sistem periodik terletak pada golongan 16, berupa zat padat dengan rumus molekul S_8 .

1) Kelimpahan Unsur Belerang

Kelimpahan belerang sekitar 0,05% dari kerak bumi. Belerang salah satu unsur yang dikenal oleh orang dahulu. Belerang digunakan oleh orang Mesir sebagai pewarna kuning, dan dibakar di beberapa upacara keagamaan karena menghasilkan bau yang tidak biasa; Dinamakan "belerang" dari Alkitab. Ahli kimia mencoba untuk menggabungkan "warna kekuningan" menjadi zat lain untuk menghasilkan emas.

Belerang terdapat sebagai unsur bebas, dengan rumus S_8 , dan di dalam logam sulfide sebagai galena, PbS ; pirit besi, FeS_2 ; dan cinnabar, HgS . Juga sebagai logam sulfat seperti barit, $BaSO_4$, dan gypsum, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, dan gas vulkanik sebagai H_2S dan SO_2 .

Belerang terdapat dalam mineral gipsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) dan dalam mineral sulfida yang merupakan bijih logam. Belerang juga terdapat dalam batubara.

Belerang banyak ditemukan di alam dalam bahan organik, seperti minyak bumi dan batubara. Kehadirannya dalam bahan bakar fosil menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan karena pembakaran sulfur menghasilkan sulfur dioksida yang merupakan bahan pencemar udara.

2) Sifat-sifat Unsur Belerang

Sifat fisis dan kimia belerang ditunjukkan pada tabel 2.10.

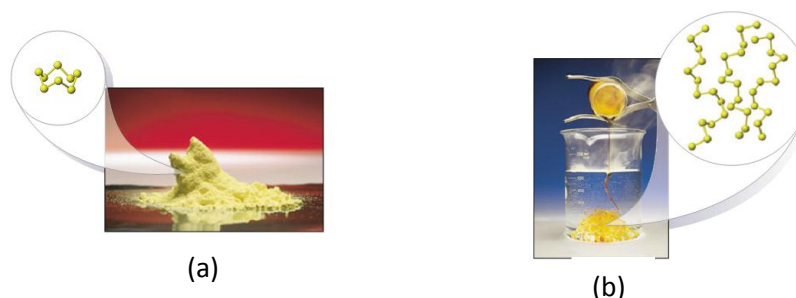
Tabel 2.10. Sifat Fisis dan Kimia Belerang

Sifat	Belerang
Wujud Fisik (25°C, 1 atm)	padat
Warna	kuning
Elektron terluar	$3s^2 3p^4$
Titik leleh (°C)	112
Titik Didih (°C)	444
Jari-jari atom (Å)	1,03
Keelektronegatifan	2,5
Energi Ionisasi Pertama (kJ/mol)	1000
Tingkat oksidasi	-2, +2, +4, +6

Sumber : Whitten_Davis_Peck, General Chemistry



Keadaan stabil dari belerang adalah berbentuk rombik seperti mahkota yang berwarna kuning. Belerang rombik meleleh pada 113°C menghasilkan cairan berwarna jingga. Pada pemanasan berikutnya, belerang berubah menjadi cairan kental berwarna coklat-merah. waktu meleleh, bentuk mahkota pecah menjadi bentuk rantai spiral yang panjang. Kekentalan meningkat akibat molekul S_8 yang padat berubah menjadi rantai berupa spiral panjang. Pada suhu lebih tinggi dari 200°C, rantai mulai pecah dan kekentalan menurun.



Gambar 2.4. (a). Kristal Kuning Belerang cincin S_8 (b) Belerang cair yang dipanaskan pada suhu 150°C terbentuk amorf belerang disebut “belerang plastik”

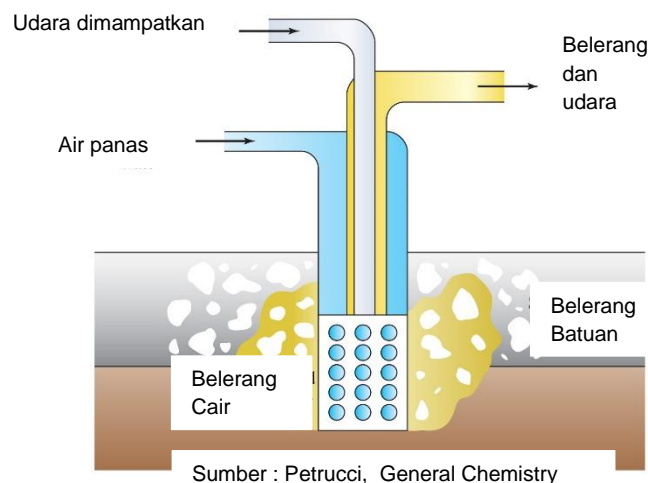
(Sumber : Whitten_Davis_Peck, General Chemistry)

3) Pembuatan dan Kegunaan Belerang

Sebagian besar sulfur yang ada dalam gas alam dan minyak bumi yang digunakan di Amerika Serikat diolah kembali. Selama proses penyulingan minyak, senyawa ini direduksi menjadi hidrogen sulfida, yang kemudian teroksidasi menjadi sulfur dalam tungku Claus.



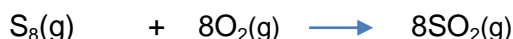
Unsur belerang ditambang sepanjang Gulf Coast AS dengan proses Frasch (Gambar 2.5). Belerang sebagian besar digunakan dalam produksi asam sulfat (H_2SO_4), yang berfungsi penting sebagai bahan kimia industri. Belerang digunakan dalam vulkanisasi karet dan dalam sintesis banyak senyawa organik yang mengandung belerang.



Gambar 2.5. Proses Frasch.

Belerang dalam keadaan bebas (S_8) ditambang melalui proses Frasch (Gambar 2.5). Pada proses ini deposit belerang padat dalam tanah dilelehkan di tempatnya dengan air sangat panas (super heated). Kemudian, lelehan belerang ditekan keluar dengan udara, dan keluar menyerupai busa. Kemurnian belerang mencapai 99%.

Molekul oksigen merupakan gas reaktif dan dapat bereaksi dengan banyak zat, umumnya menghasilkan oksida. Hampir semua logam bereaksi dengan oksigen membentuk oksida. Belerang (S_8) bereaksi dengan oksigen menghasilkan belerang dioksida dengan nyala biru yang khas.



Oksida yang lain dari belerang adalah SO_3 , tetapi hanya terbentuk dalam jumlah kecil selama pembakaran belerang dalam udara.

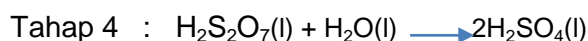
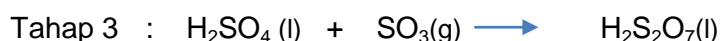
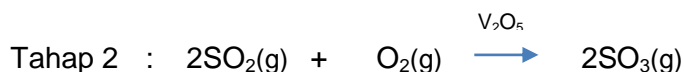
Hidrogen sulfida (H_2S) adalah gas tak berwarna dengan bau telur busuk yang kuat dan bersifat racun. Dalam larutan asam, H_2S berperan sebagai reduktor menghasilkan belerang.



Belerang dioksida (SO_2) adalah gas tak berwarna dengan bau menyengat, diperoleh dari pembakaran belerang atau sulfida. Belerang digunakan untuk mengawetkan buah-buahan kering, yaitu untuk menghambat pertumbuhan jamur.



Asam sulfat dibuat dari belerang melalui proses kontak. Proses tersebut terdiri atas pembakaran belerang menjadi SO_2 dan dioksidasi menjadi SO_3 dengan katalis platina atau V_2O_5 . Gas SO_3 yang terbentuk dilarutkan dulu dalam asam sulfat kemudian diencerkan.



Asap belerang trioksida yang dihasilkan pada tahap (2) sukar larut dalam air sehingga SO_3 dilarutkan lebih dulu dalam asam sulfat pekat membentuk asam piro-sulfat ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$), kemudian diencerkan dengan air menghasilkan asam sulfat pekat. Pelarutan langsung gas SO_3 ke dalam air tidaklah praktis karena reaksi sulfur trioksida dengan air yang bersifat eksotermik. Reaksi ini akan membentuk aerosol korosif yang akan sulit dipisahkan.

Asam sulfat pekat berupa cairan kental dan bersifat dapat menarik molekul H_2O dari udara maupun dari senyawa (higroskopis). Asam pekat juga tergolong oksidator kuat.

Asam sulfat digunakan untuk membuat pupuk fosfat dan amonium fosfat yang larut dalam air. Asam sulfat juga digunakan dalam pemurnian minyak bumi dan banyak industri kimia lainnya.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi kimia unsur (unsur-unsur periode ketiga), Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah .





Lembar Kerja 1. Daya Pereduksi Beberapa Unsur Periode Ketiga

I. Pendahuluan

Unsur-unsur periode ketiga terdiri dari Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar. Sifat-sifat unsur dalam satu golongan umumnya sama, hanya harganya yang berbeda-beda. Sebaliknya sifat unsur dalam satu periode berubah secara bertahap, sehingga sifat unsur paling kiri berbeda dengan sifat unsur paling kanan baik dalam sifat fisika maupun sifat kimianya.

II. Tujuan

Mengidentifikasi daya pereduksi unsur Na, Mg, Al, dan S terhadap air

III. Alat dan Bahan

Alat : Gelas kimia 100 mL

Bahan : Logam Na, Mg, Al, belerang dan air

IV. Cara Kerja

1. Siapkan 50 mL air di dalam 4 buah gelas kimia
2. Masukkan sebutir kacang hijau logam Na dengan menggunakan pinset, 2 cm³ pita Mg dan Al yang sudah diampelas, serta seujung sendok kecil belerang secara bersamaan.
3. Amati pada gelas kimia mana yang terjadi reaksi dan yang tidak terjadi reaksi, bandingkan !

No.	Unsur	Reaksi yang terjadi

V. Pertanyaan :

1. Bagaimana kekuatan daya pereduksi antara Na, Mg, Al, dan S terhadap air ?
2. Buat kesimpulan daya pereduksi dan pengoksidasi unsur periode ketiga dari kiri ke kanan !



Lembar Kerja 2 : Reaksi Oksida Unsur Periode Ketiga dengan Air

I. Pendahuluan

Unsur-unsur periode ketiga dengan oksigen membentuk senyawa oksida. Senyawa oksida unsur periode ketiga dapat membentuk senyawa asam atau basa.

II. Tujuan

Mengidentifikasi oksida pembentuk asam dan pembentuk basa.

III. Alat dan Bahan

Alat :

Tang Besi
Pembakar Spirtus
Cawan krus
Sendok Bakar
Pipet
Labu erlenmeyer

Bahan :

Logam Mg
Serbuk belerang
Fenolptalein
Lakmus merah dan lakmus biru

IV. Cara Kerja

A.

1. Bakar magnesium sampai terjadi abu, masukkan abu ke dalam cawan dan teteskan sedikit air.
2. Larutkan abu dalam air, uji larutan dengan lakmus merah dan biru

B.

1. Siapkan air pada labu erlenmeyer dan masukkan sepotong lakmus merah dan lakmus biru.
2. Bakar serbuk belerang pada sendok bakar agak lama.
3. Celupkan sendok bakar, usahakan gas yang dihasilkan sendok bakar itu tercelup dalam air.
4. Amati perubahan warna lakmus pada percobaan tersebut.

V. Pertanyaan

1. Bagaimana perubahan warna lakmus pada kedua percobaan tersebut ?
2. Tulis reaksi yang terjadi pada percobaan tersebut !
3. Kesimpulan apa yang di dapat dari sifat oksida unsur periode ketiga ?



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Diantara pernyataan-pernyataan di bawah ini yang menunjukkan perubahan sifat yang makin bertambah dari Na ke Cl pada unsur-unsur periode ketiga adalah....
 - A. potensial ionisasi dan daya pereduksi
 - B. jari-jari atom dan elektronegativitas
 - C. jari-jari atom dan daya pereduksi
 - D. daya pereduksi dan keelektronegatifan
 - E. potensial ionisasi dan daya pengoksidasi
2. Dari 4 unsur periode ketiga yaitu P, Mg, Cl dan Na, urutan unsur-unsur dari yang paling kecil sifat pereduksinya ke yang paling besar adalah....
 - A. Na, Cl, Mg, P
 - B. Cl, P, Mg, Na
 - C. Cl, P, Na, Mg
 - D. P, Cl, Na, Mg
 - E. Na, Mg, P, Cl
3. Pernyataan mana yang benar tentang oksida-oksida unsur periode ketiga?
 - A. Na_2O , MgO , dan Al_2O_3 , adalah oksida basa
 - B. Na_2O , MgO , Al_2O_3 , dan SiO_2 adalah oksida basa
 - C. Na_2O dan MgO adalah oksida basa, sedangkan Al_2O_3 oksida amfoter
 - D. P_2O_5 adalah oksida amfoter dan SO_3 adalah oksida basa
 - E. MgO , SiO_2 dan P_2O_3 adalah oksida amfoter
4. Kelompok hidroksida yang semuanya bersifat asam adalah
 - A. NaOH , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Si}(\text{OH})_4$
 - B. $\text{Si}(\text{OH})_4$, $\text{Cl}(\text{OH})_7$, $\text{S}(\text{OH})_6$
 - C. $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Si}(\text{OH})_4$, $\text{P}(\text{OH})_5$
 - D. $\text{Si}(\text{OH})_4$, NaOH , $\text{Cl}(\text{OH})_7$
 - E. $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{S}(\text{OH})_6$



5. Unsur-unsur periode ketiga dalam sistem periodik terdiri dari unsur logam dan non logam. Manakah pernyataan dibawah ini yang benar mengenai sifat unsur-unsur periode ketiga?
- A. Jari-jari atom dari Na ke Cl semakin bertambah besar
 - B. Unsur Na, Mg, dan Al bereaksi dengan oksigen membentuk oksida basa.
 - C. Daya pengoksidasi dari Na ke Cl makin bertambah
 - D. Senyawa hidroksida dari P, S dan Cl dengan air membentuk larutan asam
 - E. Senyawa oksida dari Na, Mg, Al dan Si adalah oksida basa

F. Rangkuman

Unsur-unsur periode ketiga terdiri dari Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl dan Ar. Sifat-sifat unsur dalam satu golongan umumnya sama, hanya harganya yang berbeda-beda. Sebaliknya sifat unsur dalam satu periode berubah secara bertahap, sehingga sifat unsur paling kiri berbeda dengan sifat unsur paling kanan baik dalam sifat fisika maupun sifat kimianya

Berdasarkan sifat fisiknya wujud unsur Na sampai S berwujud padat, sedangkan Cl dan Ar berwujud gas. Na, Mg, Al dan Si dapat menghantarkan arus listrik bersifat logam. Sifat logam dari Na ke Al berkurang, Si bersifat semi logam sedangkan P sampai Ar bersifat non logam.

Berdasarkan harga potensial elektrode standar, natrium, magnesium, dan aluminium merupakan reduktor kuat. Daya pereduksi unsur-unsur periode ketiga dari kiri ke kanan semakin berkurang, sedangkan daya pengoksidasi makin bertambah. Unsur klor merupakan oksidator kuat.

Unsur-unsur periode ketiga dengan oksigen membentuk senyawa oksida. Senyawa oksida unsur periode ketiga dapat membentuk senyawa asam atau basa. Senyawa-senyawa hidroksida unsur periode ketiga dari kiri ke kanan sifat basanya berkurang dan sifat asamnya bertambah sedangkan Al(OH)_3 bersifat amfoter.



G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan tes formatif 1 ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Belajar selanjutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan belajar ini.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: BENZENA DAN TURUNANNYA

Benzena mempunyai struktur dan sifat khas sehingga sering disebut senyawa aromatik dan dikelompokkan pada senyawa karbosiklik. Benzena mempunyai rumus molekul C_6H_6 , mempunyai ikatan tak jenuh, dan rantai karbon tertutup.

Nama aromatik itu diberikan karena anggota-anggota yang pertama dikenal berbau sedap. Belakangan dikenal juga senyawa-senyawa sejenis yang tidak berbau, bahkan ada yang berbau tidak sedap. Kini, istilah aromatik itu dikaitkan dengan suatu golongan senyawa dengan struktur dan sifat-sifat khas tertentu.

Untuk pertama kalinya benzena diisolasi dalam tahun 1825 oleh **Michael Faraday** dari residu minyak yang tertimbun dalam pipa induk gas di London. Dewasa ini, sumber utama benzena, benzena tersubstitusi dan senyawa aromatik lain adalah petroleum. Sampai tahun 1940, batubara merupakan sumber utama. Macam senyawa aromatik yang diperoleh dari sumber-sumber ini adalah hidrokarbon, fenol, dan senyawa heterosiklik aromatik (Fessenden dan Fessenden, 1983: 479).

Departemen kesehatan Amerika mengelompokkan benzena sebagai zat karsinogenik. Benzene dalam konsentrasi tinggi di udara dapat menyebabkan leukimia, leukimia myeloid akut, dan leukimia lymphoblastic akut. Batas maksimal benzena dalam udara sebesar 1 ppm, sedangkan di dalam air maksimal 0,005 ppm. Sindrom minyak beracun pada tahun 1981 di Madrid disebabkan karena manusia menghirup benzena yang terkontaminasi minyak.

Materi Benzena dan turunannya merupakan materi kimia SMA, pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XII semester 2 dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) 3.8 Menganalisis struktur, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan turunannya

KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4 meliputi kompetensi dasar 4.8 Menalar dan menganalisis struktur, tata nama, sifat, dan kegunaan benzena dan



turunannya.

Kompetensi guru pada program Guru Pembelajar tingkat 3 untuk materi ini adalah “20. 7 Menjelaskan penerapan hukum-hukum kimia dalam teknologi yang terkait dengankimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupansehari-hari”.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul Kelompok Kompetensi G ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan struktur, tata nama, sifat fisika dan kimia senyawa benzena dan turunannya, serta kegunaan senyawa benzena dan turunannya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat Ini adalah:

1. Menuliskan struktur dan tatanama senyawa benzena dan turunannya.
2. Menentukan isomer pada senyawa turunan benzena.
3. Menjelaskan reaksi–reaksi pada senyawa benzena dan turunannya.
4. Menjelaskan kegunaan senyawa benzena dan turunannya.

C. Uraian Materi

1. Struktur Benzena

Benzena pertama kali berhasil diisolasi (dipisahkan) dari residu minyak oleh Michael Faraday tahun 1825. Benzena digolongkan dalam senyawa aromatik paling sederhana. Pada tahun setelahnya diketahui benzena memiliki rumus molekul C_6H_6 dan termasuk dalam keluarga hidrokarbon

Benzena dengan rumus molekul C_6H_6 adalah senyawa siklik dengan enam atom karbon yang tergabung dalam cincin. Setiap atom karbon terhibridisasi sp^2 dan cincinnya adalah planar. Setiap atom karbon mempunyai satu atom hidrogen yang terikat padanya, dan setiap atom karbon juga mempunyai orbital p tak terhibridisasi tegak lurus terhadap bidang ikatan sigma dan cincin. Masing- masing dari keenam orbital p ini dapat menyumbangkan satu elektron untuk ikatan pi



seperti terlihat pada gambar 3.1 (Fessenden dan Fessenden, 1983:71).

Dengan enam elektron p, benzena dapat mengandung tiga ikatan pi. Walaupun rumus molekul benzena ditetapkan segera setelah penemuannya dalam tahun 1825, namun diperlukan 40 tahun sebelum **Kekule** mengusulkan struktur heksagonal untuk benzena. Struktur yang mula-mula diusulkan tidak mengandung ikatan rangkap (karena benzena tidak bereaksi yang merupakan karakteristik alkena). Agar taat asas terhadap tetravalensi karbon, Kekule pada tahun 1972 mengusulkan bahwa benzena mengandung tiga ikatan tunggal dan tiga ikatan rangkap yang berselang-seling. Untuk menerangkan adanya hanya tiga (tidak lima) benzena tersubstitusi, Kekule menyampaikan bahwa cincin benzena berada dalam kesetimbangan yang cepat dengan struktur dalam mana ikatan rangkap berada dalam posisi alternatifnya.

Benzena pertama kali berhasil diisolasi (dipisahkan) dari residu minyak oleh Michael Faraday tahun 1825. Benzena digolongkan dalam senyawa aromatik paling sederhana. Michael Faraday dapat mengisolasi senyawa benzena dari gas yang ditekan. Senyawa ini merupakan induk dari kelompok senyawa aromatik. Nama aromatik digunakan bukan karena aroma (bau) senyawanya melainkan karena sifat-sifatnya yang istimewa. Dibawah ini adalah sedikit ulasan tentang beberapa sifat struktur dari benzena yang cukup istimewa sehingga membuatnya berbeda dari senyawa-senyawa yang lain :

1. Benzena merupakan molekul siklis terkonjugasi dengan rumus kimia C_6H_6 .
2. Merupakan molekul yang stabil dengan panas hidrogenasi 36 kkal/mol lebih rendah dari yang diharapkan.
3. Merupakan molekul yang pelanar (datar) heksagonal dan simetris, dimana :
 - Sudut- sudut ikatan C-C-C – 120°
 - Panjang ikatan C-C 139 Å.
4. Dapat mengalami reaksi substitusi yang akan menjaga sistem konjugasi siklis dan tidak mengalami reaksi adisi yang akan merusak sistem konjugasi.
5. Dalam teori resonansi, maka struktur benzena digambarkan sebagai struktur campuran (=hibrida) dan struktur yang diusulkan Kekule.

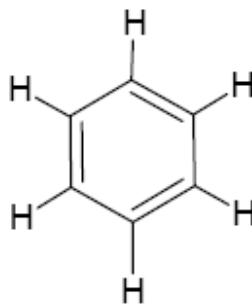


6. Dalam teori orbital molekuler, benzena dapat digambarkan sebagai struktur heksagonal planar (datar) dimana awan elektron π berada di atas dan di bawah bidang heksagonal tersebut.

- Sudut- sudut ikatan C-C-C = 120°
- Panjang ikatan = $1,39 \text{ \AA}$.

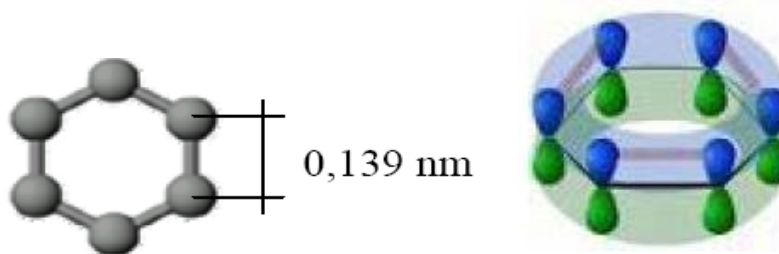
Dari perincian tentang senyawa benzena di atas, maka dalam makalah ini, kami akan memberikan informasi dan penjelasan tentang senyawa yang memiliki hubungan yang sama dengan senyawa benzena. Dan yang kami akan gambarkan adalah tentang berbagai macam ulasan informasi tentang C_{60} , suatu bola aromatik yaitu Fluorena.

Pada tahun 1873, Kekule menjelaskan struktur benzena sebagai cincin heksagon yang mengandung ikatan tunggal dan rangkap berselang-seling. Struktur inilah yang paling mendekati sifat-sifat kimia benzena.



Gambar 3.1 Struktur Benzena

Panjang ikatan karbonkarbon (C-C) dalam benzena sebesar $0,139 \text{ nm}$.



Gambar 3.2. Bentuk Orbital Benzena

Panjang ikatan C-C itu lebih panjang dibanding ikatan rangkap (sebesar $0,133 \text{ nm}$) dan lebih pendek dibanding ikatan tunggal ($0,147 \text{ nm}$). Hal ini dikarenakan

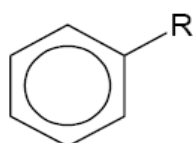


dalam benzena terjadi tumpang tindih orbital 2p yang paralel membentuk donut yang terletak diatas dan dibawah bidang cincin.

2. Tatanama Benzena

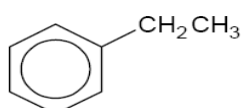
a. Benzena monosubstitusi

Benzena monosubstitusi adalah benzena dengan 1 substituen alkil. Rumus:



Penamaan benzena monosubstitusi menurut IUPAC adalah dengan menyebutkan nama alkil disertai akhiran benzena.

Contoh :

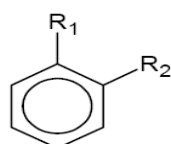


Etil Benzena

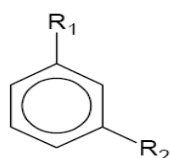
b. Benzena disubstitusi

Benzena disubstitusi merupakan benzena dengan 2 substituen alkil. Apabila benzena mengikat 2 substituen, maka kemungkinan memiliki 3 isomer struktur, antara lain:

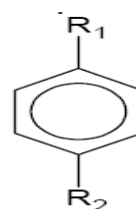
Posisi 1,2 disebut posisi ortho Posisi 1,3 disebut posisi meta, Posisi 1,4 disebut posisi para



ortho



meta



para

Penentuan nama benzena disubstitusi antara lain:

1) Menentukan posisi substituen (posisi 1,2/1,3/1,4)

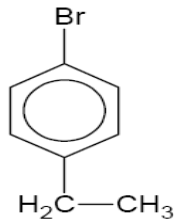


2) Menentukan nama substituen dalam urutan alfabetnya

3) Menambahkan akhiran benzena.

Contoh :

Posisi 1,4 maka : para (p-) Huruf b (bromo) lebih dulu dibanding e (etil) pada alfabet, sehingga nama senyawa disamping :

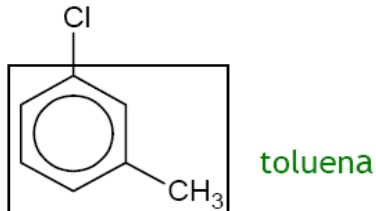


p-bromoetilbenzena

Jika salah satu diantara 2 substituen yang terikat pada cincin benzena memberikan nama khusus (seperti tercantum dalam label nama trivial) maka senyawanya diberi nama sebagaiturunan dari nama trivial tsb. Contoh :

Posisi 1,3 maka : meta (m-)

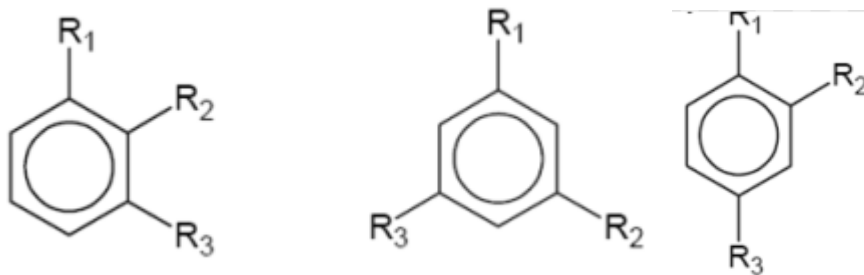
Nama senyawa :



c. Benzena polisubstitusi

Benzena polisubstitusi adalah benzena yang terdiri dari 3/lebih substituen.

Rumus yang mungkin terjadi :



Adapun tatanama benzena polisubstitusi adalah :



- 1) Menyebutkan semua substituen yang terikat beserta nomornya (urutan penomoran substituen sesuai alfabet dan dari angka yang terkecil).
- 2) Menambahkan kata “benzena” sebagai akhiran.

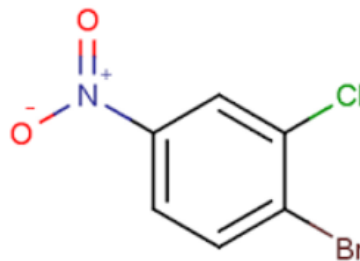
Contoh penamaan senyawa benzena polisubstitusi :

1-bromo

2-kloro

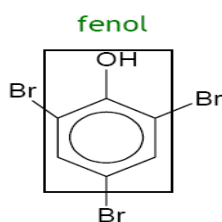
4-nitro

Nama senyawa disamping:



1-bromo-2-kloro-4-nitrobenzena

Jika salah satu dari 3 substituen memberikan nama khusus (trivial), maka senyawa benzena polisubstitusi diberi nama sebagai turunan dari nama khusus tsb.

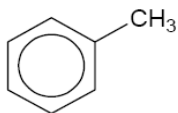
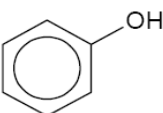
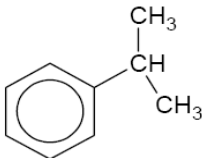
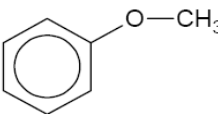
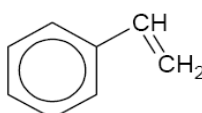
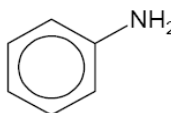


Nama disamping :
2,4,6-tribromofenol

Pada tabel 3.1 dapat dilihat beberapa nama trivial senyawa benzena monosubstitusi.



Tabel 3.1 Beberapa nama trivial benzena monosubstitusi

Struktur	Nama	Struktur	Nama
	Toluena		Fenol
	Kumena		Anisol
	Stirena		Anilina

3. Sifat Benzena dan Turunannya

a. Sifat Fisik Benzena

Pada suhu kamar benzena berwujud cair, tidak berwarna, dan mempunyai titik didih 80°C.

Benzena mudah menguap dan terbakar. Uap benzena bersifat racun. Jika uap benzena terlalu banyak terserap oleh tubuh akan mengakibatkan terhambatnya pembentukan sel-sel darah merah dan menyebabkan pengurangan sistem kekebalan tubuh. Oleh karena itu, penggunaan benzena sebagai pelarut harus hati-hati. Beberapa sifat fisik benzena dan turunannya dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Titik leleh, titik didih, serta kelarutan benzena dan turunannya.

Senyawa	Gugus Fungsional	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)	Kelarutan
Benzena	-	5,5	80	Tidak larut
Toluena	-CH ₃	-95,0	111	Tidak larut
Etil Benzena	-C ₂ H ₅	-30,69	145,2	Tidak larut
Anilin	-NH ₂	-6,0	184	3,7
Benzaldehid	-CHO	-26,0	178	0,3
Benzil alkohol	-CH ₂ OH	-5,0	205	4,0
Fenol	-OH	43,0	182	9,3
Asam Benzoat	-COOH	122,0	250	0,34



Berdasarkan data titik leleh dan titik didihnya senyawa benzena sampai benzil alkohol berwujud cair pada suhu kamar, sedang fenol dan asam benzoat berwujud padat. Berdasarkan tabel 3.2 dapat terlihat bahwa titik didih benzena sampai dengan etil benzena terlihat meningkat. Dari anilin sampai asam benzoat kenaikan titik didihnya semakin tajam. Hal ini disebabkan karena pengaruh besarnya massa molekul relative (M_r) dari senyawa tersebut. Selain itu dapat dipengaruhi juga oleh jenis substituen yang ada pada masing-masing senyawanya. Sifat kepolaran dari substituen yang terikat pada masing-masing senyawa turunan benzena sangat berpengaruh pada kelarutan masing-masing senyawa tersebut. Benzena, toluene, dan etil benzena bersifat non polar sehingga tidak dapat larut dalam air, sedangkan anilin sampai dengan asam benzoat bersifat polar sehingga dapat larut dalam air.

b. Sifat Kimia Benzena

Benzena dan turunannya ada yang bersifat asam maupun basa. Perhatikan tabel 3.3 berikut .

Tabel 3.3 Nilai pK_a benzena dan beberapa senyawa turunannya

Senyawa	Gugus Fungsional	pK_a
Benzena	-	43,0
Toluena	$-\text{CH}_3$	41,0
Anilin	$-\text{NH}_2$	27,0
Fenol	$-\text{OH}$	9,3
Asam Benzoat	$-\text{COOH}$	4,2

Sebagaimana kita ketahui bahwa semakin besar nilai pK_a suatu zat semakin lemah sifat asamnya atau makin bersifat basa. Bila dilihat tabel 3.3 nilai pK_a dari benzena sampai anilin cukup besar, berarti benzena, toluena dan anilin bersifat basa.lemah. Fenol dan asam benzoat nilai pK_a nya kecil, berarti kedua zat ini bersifat asam lemah. Walaupun pada fenol terdapat gugus hidroksi ($-\text{OH}$) seperti alkohol. Untuk mengetahui perbedaan alkohol dan fenol dapat di amati tabel 3.4.

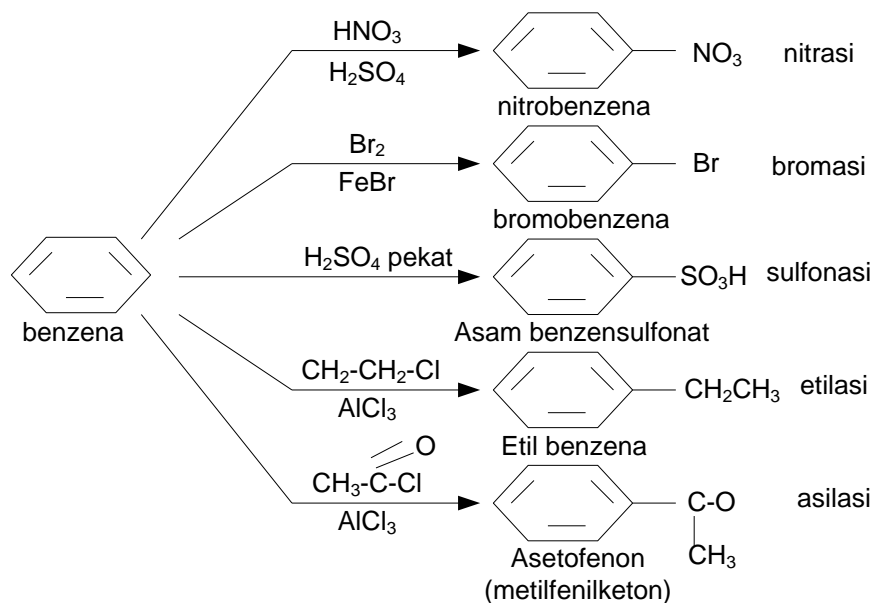
**Tabel 3.4** Perbedaan senyawa alkohol dan fenol

No.	Alkohol	Fenol
1.	Larutannya dalam air bersifat netral	Larutannya dalam air bersifat asam
2.	Tidak bereaksi dengan NaOH	Bereaksi dengan NaOH membentuk fenolat
3.	Dengan asam membentuk ester	Tidak bereaksi dengan asam
4.	Dapat dioksidasi	Tidak dapat dioksidasi
5.	Alkanolat bersifat nonelektrolit	Fenolat bersifat elektrolit

4. Reaksi Substitusi pada Benzena

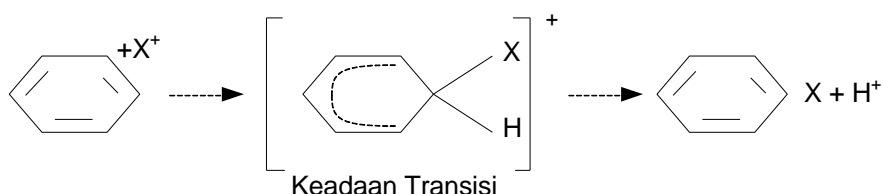
Benzena lebih mudah mengalami reaksi substitusi daripada adisi. Substitusi elektrofilik merupakan reaksi yang paling sering ditemukan pada senyawa aromatik, sedangkan pada senyawa alifatik lebih banyak ditemukan substitusi nukleofilik daripada senyawa elektrofilik. Hal ini disebabkan karena pada senyawa alifatik lebih mudah terbentuk ion karbonium yang bermuatan positif dari pada ion karbon yang bermuatan negatif.

Dalam reaksi substitusi elektrofilik atom H yang terikat pada inti benzena diganti oleh pereaksi elektrofil yaitu partikel yang bersifat suka akan elektron. Karenanya, tentu pereaksi tersebut harus bermuatan positif, atau pereaksi yang kekurangan elektron, atau molekul netral yang berkutub $X^{\delta+} \cdots Y^{\delta-}$. Reaksi substitusi elektrofilik yang penting dapat digambarkan dalam ikhtisar berikut:



Pada reaksi substitusi elektrofilik senyawa aromatik, tampak bahwa inti benzena tetap tidak berubah. Ini menandakan bahwa ada kestabilan cincin benzena pada aromatisitas cincin.

Tahap-tahap yang umum adalah sebagai berikut:



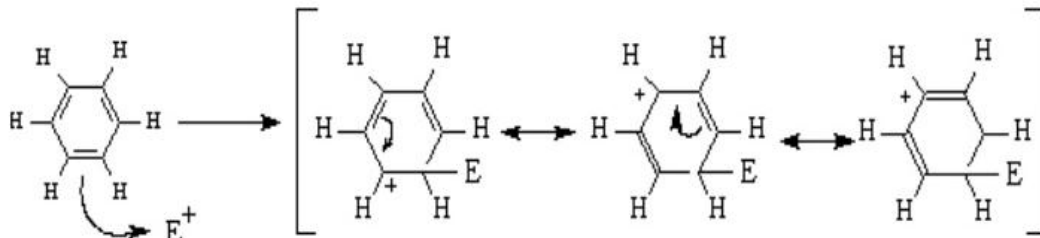
Keadaan transisi itu merupakan kation yang tidak stabil yaitu keempat elektron pi tersebar di antara 5 atom C. Keadaan transisi itu dapat digambarkan dalam bentuk resonansi di bawah ini, dengan anggapan adanya pembagian elektron yang merata.

Keluarnya proton dari keadaan transisi ini akan memberikan hasil substitusi benzena.

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi substitusi elektrofilik pada senyawa aromatik:



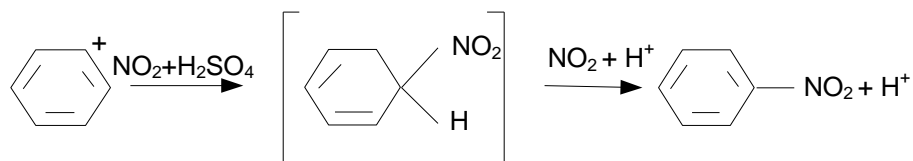
a. Sifat Reagen Elektrofil



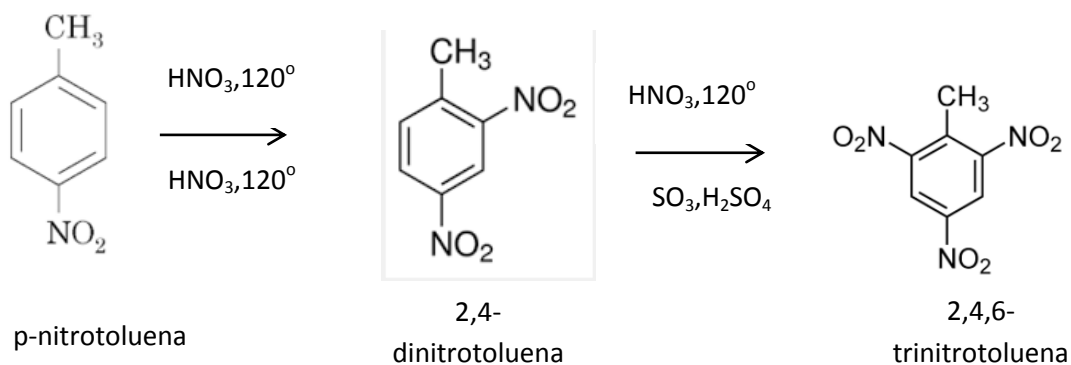
Reagen elektrofil yang akan bereaksi dengan benzena biasanya tidak begitu saja ditambahkan. Misalnya, untuk reaksi nitrasi, tidak langsung ditambahkan dengan asam nitrat pekat, tapi asam nitrat pekat harus dicampur dulu dengan asam sulfat pekat untuk memperoleh partikel yang lebih elektrofil yaitu ion nitronium, NO_2^+



Kemudian ion nitronium itulah yang menyerang benzena.

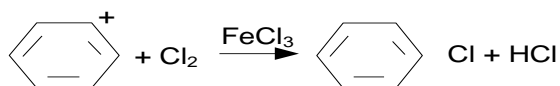


Di sini tampak bahwa katalis mempunyai peranan penting dalam memproduksi ion elektrofil, sebab tanpa H_2SO_4 sebagai katalis, HNO_3 tidak akan menghasilkan ion nitronium, tapi ion nitrat (NO_3^-). Campuran yang dipakai biasanya adalah dengan perbandingan 1 bagian asam nitrat pekat dengan 2 bagian asam sulfat pekat. Untuk senyawa yang kurang aktif, misalnya p-nitrotoluen, dipergunakan campuran asam nitrat berasap dan asam sulfat berasap.

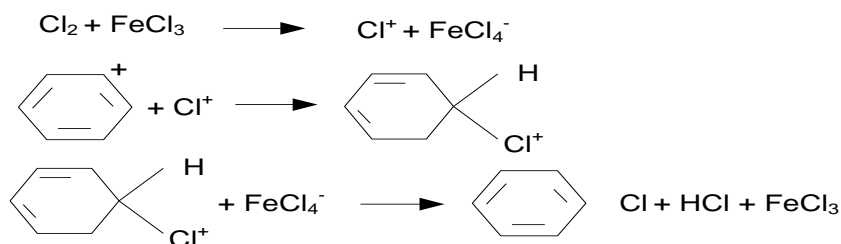




Contoh lain reaksi klorasi benzena menurut Friedel Crafts



Reaksi yang sebenarnya terjadi adalah:



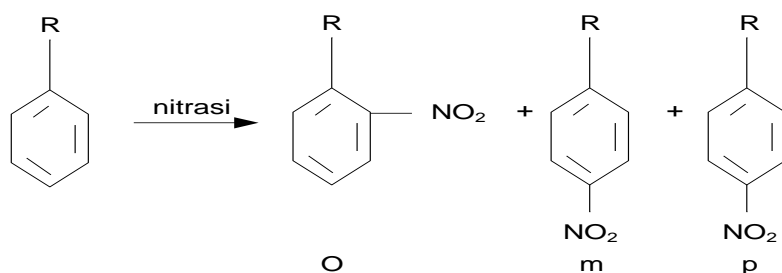
Pada reaksi ini harus ada FeCl_3 atau asam lewis lain, karena adanya asam lewis inilah maka Cl_2 dapat diionkan menjadi Cl^+ dan Cl^- . Kemudian Cl^- berikatan dengan FeCl_3 menjadi FeCl_4^- , sedangkan Cl^+ inilah yang merupakan reagen elektrofil bereaksi dengan benzena yang merupakan sumber elektron (mempunyai 3 ikatan pi).

b. Gugus yang sudah terikat pada Benzena

Gugus yang sudah terikat pada benzena mempengaruhi reaktivitas dan orientasi pada reaksi substitusi elektrofilik. Berdasarkan hasil kerja para ahli kimia lebih 100 tahun terakhir ini, telah dipastikan adanya tiga masalah:

- 1) Adanya kemungkinan hasil reaksi dalam bentuk orto, meta, atau para (orientasi).
- 2) Persentase tiga bentuk di atas, seandainya ketiga bentuk diperoleh.
- 3) Reaktivitasnya, jika dibandingkan dengan benzena tanpa substituen (gugus yang sudah ada).

Berikut ini diberikan tabel 3.5 mengenai data orientasi dan kecepatan hasil nitration pada benzena bersubstituen tunggal.



Tabel 3.5. Orientasi dan Kecepatan Hasil Nitration pada Benzena Bersubstituen Tunggal

R	Orientasi			Reaktivitas Relatif
	% O	% m	% p	
-CH ₃	56,5	3,5	40	24
-C(CH ₃) ₃	12,0	8,5	79,5	15,7
-CH ₂ Cl	32,0	15,5	52,5	0,302
-Cl	29,6	0,9	68,9	0,033
-Br	36,5	1,2	62,4	0,030
-NO ₂	6,4	93,2	0,3	10 ⁻⁷
-COOC ₂ H ₃	2,3	68,4	3,3	0,0003
-CF ₃		100		
-N ⁺ (CH ₃) ₃		89	11	

Berdasarkan tabel 3.5 dapat dilihat bahwa :

- 1) beberapa substituen yang mengadakan orientasi ke orto-para atau meta. Substituen yang mengadakan orientasi ke orto-para disebut pengarah orto-para dan substituen yang mengadakan orientasi ke meta disebut pengarah meta.
- 2) substituen yang merupakan pengarah orto-para dapat mengaktifkan dapat mendeaktifkan.
- 3) substituen yang merupakan pengarah meta bersifat mendeaktifkan. Yang bersifat mengaktifkan tidak dikenal.



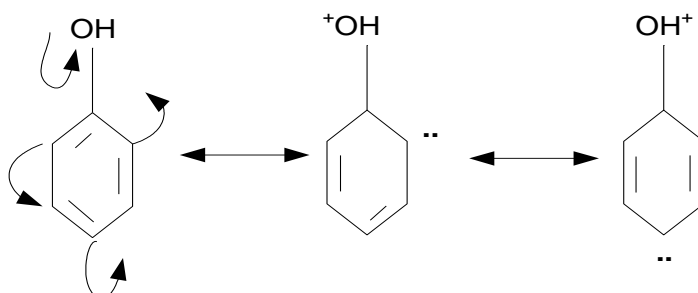
- 4) beberapa substituen mempunyai reaktivitas yang kecil sekali, kurang dari 1. substituen tersebut dikatakan mempunyai sifat mendeaktifkan
- 5) beberapa substituen mempunyai reaktivitas yang besar sekali, lebih dari 1. Substituen tersebut dikatakan mempunyai sifat mengaktifkan.
- 6) Substituen pengarah orto-para mana yang mengaktifkan dan mana yang mendeaktifkan, begitu juga untuk substituen pengarah meta yang selalu mendeaktifkan dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut:

Tabel 3.6 Substituen pengarah meta yang selalu mendeaktifkan

Pengarah o-p yang mengaktifkan	Pengarah o-p yang mendeaktifkan	Pengarah –m yang mendeaktifkan
$-\text{OH}$ $-\text{O}^-$ $-\text{OR}$ $-\text{OC}_6\text{H}_5$ $-\text{NH}_2$ $-\text{NR}_2$ $-\text{NHCOCH}_3$ $-\text{Alkil (mis. CH}_3\text{)}$ $-\text{Aril (mis. C}_6\text{H}_5\text{)}$	$-\text{CH}_2\text{Cl}$ $-\text{F}$ $-\text{Cl}$ $-\text{Br}$ $-\text{ICH} = \text{CHNO}_2$	$-\text{NO}_2$ $^+$ $-\text{NH}_3$ $^+$ $-\text{NR}_3$ $-\text{IC}_6\text{H}_5$ $-\text{CF}_3$ $-\text{CCl}_3$ $-\text{SO}_3\text{H}$ $-\text{SO}_2\text{R}$ $-\text{COOH}$ $-\text{COOR}$ $-\text{COH}_2$ $-\text{COH}$ $-\text{COR}$ $-\text{CN}$

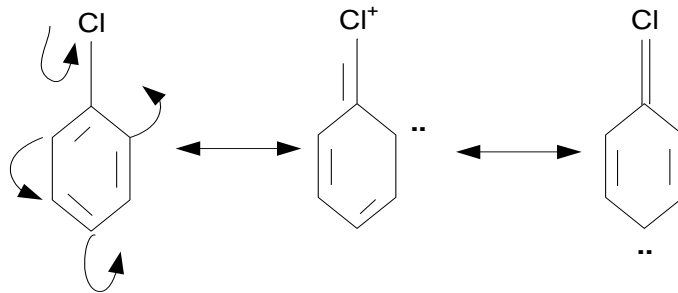
Mengapa ada gugus pengarah orto-para? Hal ini dapat diterangkan dengan resonansi, yaitu peristiwa bergesernya elektron.

Sebagai contoh kita amati senyawa fenol. Fenol mempunyai bentuk resonansi:



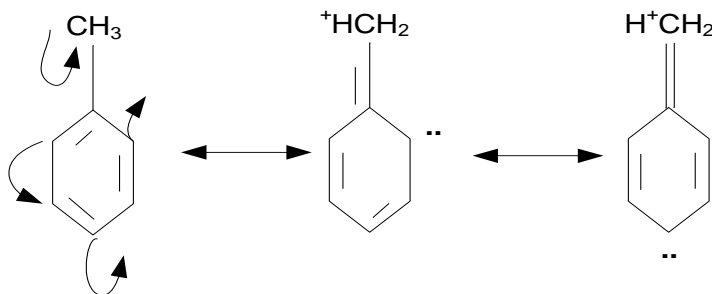


Ternyata pada tempat orto dan para, atom C bermuatan negatif. Jadi, tempat orto-para disukai elektrofil yang kemudian melekat di situ. Contoh lain: senyawa klorobenzena yang mempunyai bentuk resonansi.



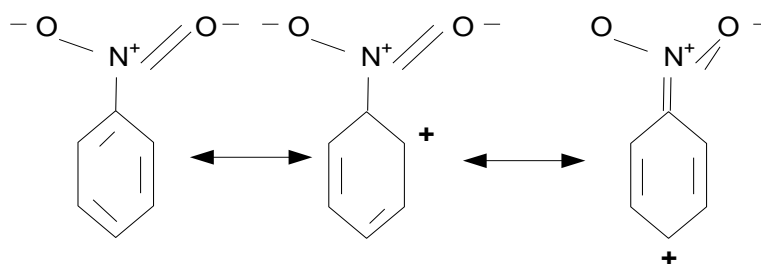
Juga ternyata muatan negatifnya terdapat pada tempat orto-para, sehingga elektrofil melekat di situ.

Contoh lain: senyawa toluena dengan bentuk resonansi.



Toluen bersifat sedikit asam, karena itu melepaskan H^+ . Karena H^+ terlepas, pasangan elektron dari C metil diberikan kepada inti benzena menempati lokasi orto-para, selanjutnya ditempati elektrofil.

Bagaimana dengan gugus meta? Hal ini dijelaskan juga dengan bentuk resonansi. Sebagai contoh kita amati senyawa nitrobenzena yang bentuk resonansinya adalah sebagai berikut :



Atom N pada senyawa benzena mempunyai muatan positif, karena itu bersifat menarik elektron dari inti benzena. Ternyata elektron yang ditariknya adalah dari tempat orto-para, sehingga orto-para kekurangan elektron sehingga akibatnya bermuatan positif. Elektrofil tidak dapat melekat di situ bahkan ditolak, karena itu melekat ke meta yang bermuatan relatif negatif.

Bagaimana reaktivitas dapat dijelaskan? Kita ambil contoh pengarah orto-para yang mendeaktifkan, tetapi adanya gugus halogen, mendeaktifkan. Hal ini disebabkan karena halogen secara induktif bersifat menarik elektron dari inti benzena, yang mengakibatkan inti benzena menjadi positif. Karena menjadi positif, maka masukan elektrofil agak terhambat, jadi Cl mendeaktifkan inti benzena.

c. Ukuran partikel elektrofil

Ukuran partikel elektrofil berpengaruh terhadap hasil substitusi; klorasi toluena menghasilkan 33,9% pada tempat para, sedangkan bromasi toluena menghasilkan 66,8% pada para, memang ukuran partikel Cl^+ lebih kecil dari pada partikel Br^+ , klorasi toluena lebih banyak ke tempat orto. Hasil para lebih banyak daripada hasil orto.

Hal ini disebabkan karena pada tempat orto masuknya elektrofil terhambat oleh gugus ruah (gangguan ruah), atau oleh muatan positif dari substituen (partikel bermuatan sama saling menolak).



5. Reaksi Benzena

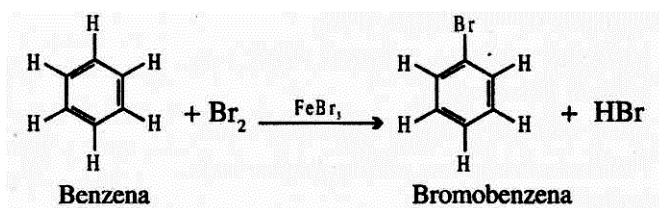
Gugus fungsi pada senyawa turunan benzena terbentuk melalui reaksi substitusi. Reaksi substitusi pada benzena ini lebih mudah terjadi dibandingkan reaksi adisi. Reaksi adisi hanya dapat berlangsung jika dilakukan pada suhu tinggi dengan bantuan katalis.

Reaksi-reaksi pada benzena berikut ini dapat digunakan untuk membuat senyawa-senyawa turunan benzena.

a. Substitusi Atom H dengan Atom Halogen (Reaksi Halogenasi)

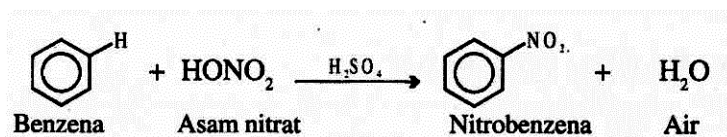
Pada reaksi ini, atom H digantikan oleh atom halogen dengan bantuan katalis besi (III) halida sehingga menghasilkan senyawa *halobenzena*.

Contohnya reaksi halogenasi benzena menggunakan Br_2 dan katalis FeBr_3 .



b. Substitusi Atom H dengan Gugus Nitro (Reaksi Nitration)

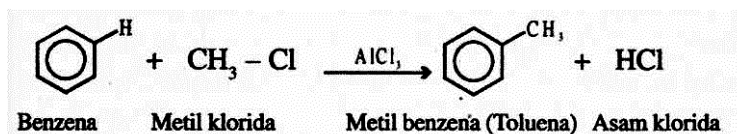
Pada reaksi ini digunakan pereaksi asam nitrat (HNO_3 atau HONO_2) dengan katalis asam sulfat pekat. Atom H digantikan oleh gugus NO_2 sehingga diperoleh hasil reaksi berupa senyawa *nitrobenzena*.



c. Substitusi Atom H dengan Gugus Alkil (Reaksi Alkilasi Friedel-Crafts)

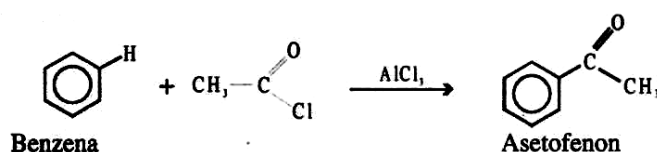
Pada reaksi alkilasi ini digunakan pereaksi alkil halida dengan katalis AlCl_3 . Produk yang dihasilkan disebut *alkil benzena*.

Perhatikan contoh reaksi berikut.



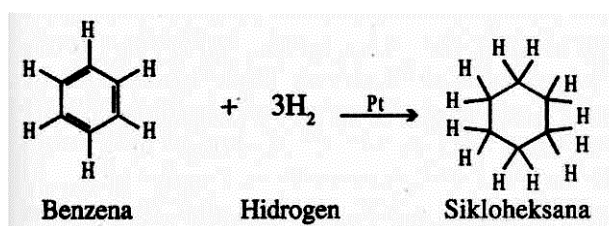
d. Substitusi Atom H dengan Gugus Asil (Reaksi Asilasi Friedel-Crafts)

Pada reaksi yang menggunakan katalis AlCl_3 ini, atom H digantikan oleh gugus asil $(-\text{C}(=\text{O})\text{R})$.



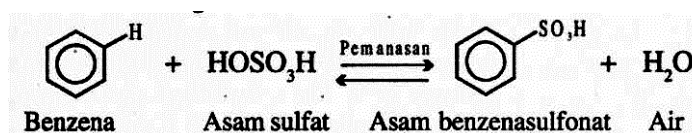
e. Adisi Benzena dengan Gas Hidrogen

Pada reaksi adisi ini digunakan katalis platina.



f. Substitusi Atom H dengan Gugus Sulfonat (Reaksi Sulfonasi)

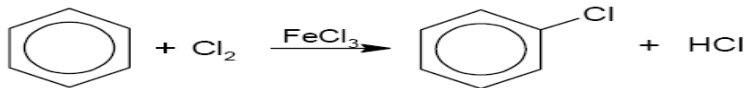
Reaksi benzena dengan asam sulfat (HOSO_3H) yang disertai pemanasan menghasilkan asam benzenasulfonat.



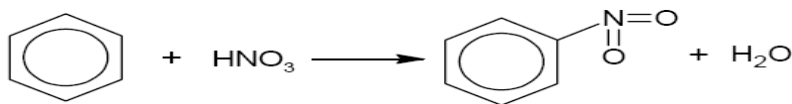
Reaksi sulfonasi akan berlangsung lebih cepat jika asam sulfat digantikan oleh asam sulfat berasap ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3^{2-}$).

**g. Halogenasi**

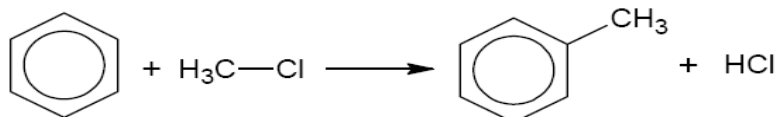
Benzena dapat bereaksi dengan halogen dengan katalis besi(III) klorida membentuk halida benzena dan hidrogen klorida. Contoh :

**h. Nitrasi**

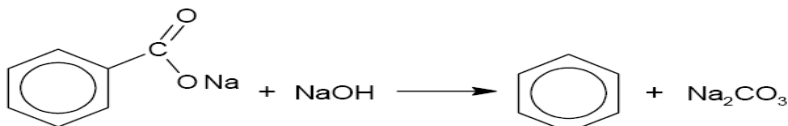
Benzena bereaksi dengan asam nitrat menghasilkan nitrobenzena dan air. Contoh :

**i. Alkilasi**

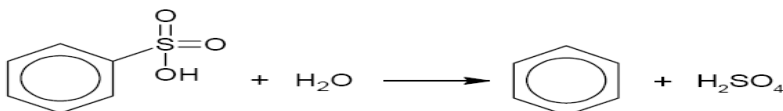
Benzena bereaksi dengan alkil halida membentuk alkil benzena dan hidrogen klorida. Contoh:

**6. Pembuatan Benzena**

- a. Memanaskan natrium benzoat kering dengan natrium hidroksida berlebih akan menghasilkan benzena. Contoh :



- b. Mereaksikan asam benzena sulfonat dengan uap air akan menghasilkan benzena. Contoh :

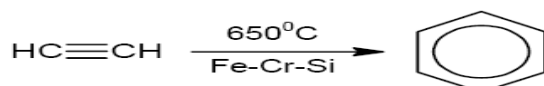




- c. Mereduksi fenol dengan logam seng akan menghasilkan benzena. Contoh:



- d. Mengalirkan gas asetilena ke dalam tabung yang panas dengan katalis Fe-Cr-Si akan menghasilkan benzena. Contoh :

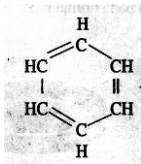
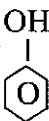
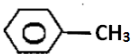


7. Kegunaan dan dampak Benzena dalam Kehidupan

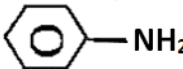
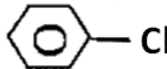
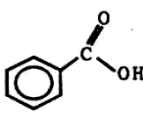
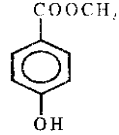
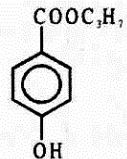
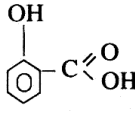
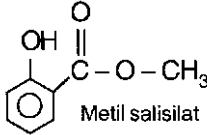
a. Kegunaan

- 1) Benzena digunakan sebagai pelarut.
- 2) Benzena juga digunakan sebagai prekursor dalam pembuatan obat, plastik, karet buatan dan pewarna.
- 3) Benzena digunakan untuk menaikkan angka oktana bensin.

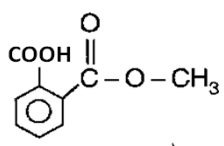
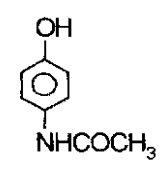
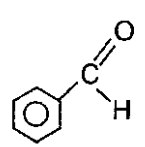
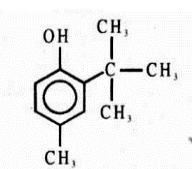
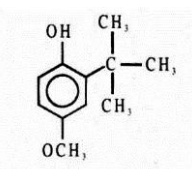
Tabel 3.7 Kegunaan Benzena dan turunannya

No.	Senyawa	Kegunaan	Dampak
1.	Benzena 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelarut nonpolar, • bahan baku pembuatan turunan benzena 	Bersifat racun, karsinogenik, dan dapat menyebabkan leukemia
2.	Fenol 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembunuh kuman, Desinfektan, • pengawet kayu, • digunakan dalam industri sepeda motor 	Merusak jaringan protein
3.	Toluena 	<ul style="list-style-type: none"> • Pelarut, • bahan dasar peledak (TNT) dan asam benzoat. • bahan dasar pembuatan asam benzoat dalam industri, • sebagai pelarut senyawa karbon. 	Mengakibatkan mabuk dan mual.

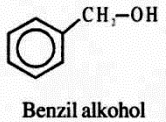
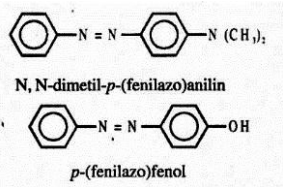
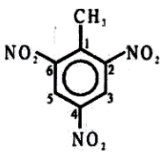
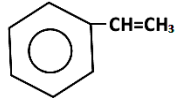
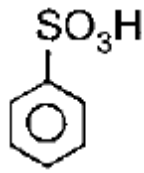
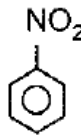


No.	Senyawa	Kegunaan	Dampak
4.	Anilina 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan dasar zat warna diazo bahan dasar obat-obatan, bahan bakar roket, dan bahan peledak 	Menyebabkan sakit kepala, kantuk berat dan gangguan mental
5.	Kloro benzena 	<ul style="list-style-type: none"> Bahan dasar pembuatan pestisida (DDT) 	
6.	Asam benzoat, nipagin, dan nipasol  Asam benzoat  Metil paraben (Nipagin)  Propil paraben (Nipasol)	<ul style="list-style-type: none"> Pengawet makanan dan minuman 	Dapat menyebabkan alergi dan hiperaktif pada anak-anak
7.	Asam salisilat 	<ul style="list-style-type: none"> Zat antijamur, salep penyakit kulit serta bahan Aspirin 	Jika disalahgunakan dapat menimbulkan iritasi lambung
8.	Metil Salisilat  Metil salisilat	<ul style="list-style-type: none"> Oban gosok (gandapura) 	

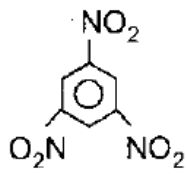


No.	Senyawa	Kegunaan	Dampak
9.	<p>Aspirin (asam asetil salisilat)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Zat Analgesik (penghilang rasa nyeri) 	Iritasi pada lambung
10.	<p>Asetosal dan parasetamol/ Asetaminofen</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Zat analgesik. Zat antipiretik/obat penurun panas 	Iritasi lambung, gangguan kerja ginjal. Dan asma
11.	<p>Benzaldehida</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Aroma Ciri dan Almon 	
12.	<p>BHT dan BHA</p>  <p>Butil hidroksi toluena (BHT)</p>  <p>Butil hidroksi anisol (BHA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zat antioksidan 	Alergi



No.	Senyawa	Kegunaan	Dampak
13.	<p>Benzilalkohol</p>  <p>Benzil alkohol</p>	Zat antiseptik	Rasa terbakar dan iritasi pada lambung
14.	<p>Zat warna azo</p>  <p>N, N-dimetil-<i>p</i>-(fenilazo)anilin <i>p</i>-(fenilazo)fenol</p>	Zat pewarna	Karsinogenik
15.	<p>TNT</p>  <p>2,4,6-trinitro- toluena (TNT)</p>	Bahan peledak	Menimbulkan daya ledak yang besar
16.	<p>Stirena</p> 	Bahan dasar polistirena (bahan sepatu, alat listrik, piring dsb)	
17.	 <p>Asam Benzena Sulfonat</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sakarin digunakan sebagai pemanis sintetis pengganti gula. benzena sulfonamida digunakan untuk pembuatan obat-obat sulfa. 	
18.	 <p>Nitro Benzena</p>	<ul style="list-style-type: none"> digunakan pada pembuatan anilin dan parfum pada sabun 	



No.	Senyawa	Kegunaan	Dampak
19.	 1,3,5 - trinitro benzena (TNB)	<ul style="list-style-type: none"> • zat padat pada bahan peledak, daya ledaknya lebih hebat daripada TNT. 	

b. Dampak

- 1) Benzena sangat beracun dan menyebabkan kanker (karsinogenik).
- 2) Benzena dapat menyebabkan kematian jika terhirup pada konsentrasi tinggi, sedangkan pada konsentrasi rendah menyebabkan sakit kepala dan menaikkan detak jantung.



D. Aktivitas Pembelajaran

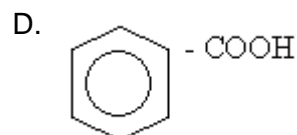
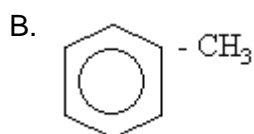
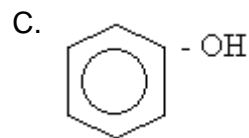
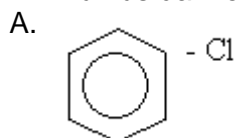
Pembuatan Ester Metil Salisilat

- I. Tujuan : Membuat Ester Metil Salisilat
- II. Alat : Tabung reaksi, penangas air
- III. Bahan : Metanol, serbuk asam salisilat, asam sulfat pekat
- IV. Langkah Kerja :
 1. Ke dalam tabung reaksi masukkan 2 mL metanol 1 gram serbuk asam salisilat dan tambahkan 5 tetes asam sulfat pekat.
 2. Masukkan ke dalam penangas air dan cium bau yang timbul.
- V. Pertanyaan :
 1. Tuliskan reaksi yang terjadi antara metanol, asam salisilat dan asam sulfat pekat?
 2. Berdasarkan bau yang terjadi coba anda diskusikan dengan kelompok, metil salisilat biasanya terdapat dalam produk apa ?

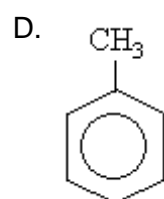
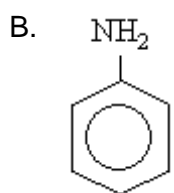
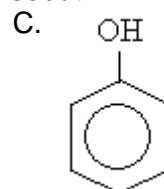
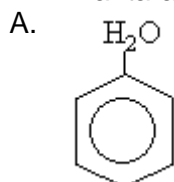


E. Latihan/kasus/tugas

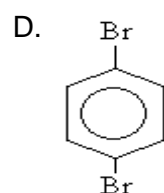
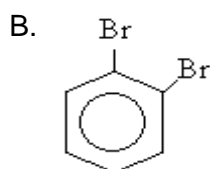
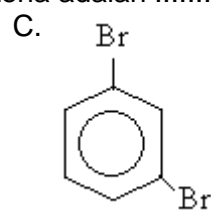
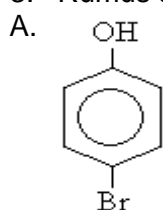
1. Rumus dari fenol adalah



2. Di antara senyawa di bawah ini yang disebut Anilin adalah

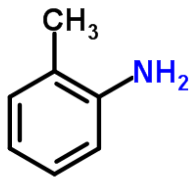


3. Rumus struktur dari para dibromabenzena adalah





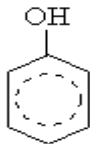
4. Nama untuk senyawa turunan benzana dengan rumus struktur berikut adalah



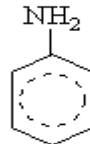
- A. orto metil anilina
B. meta metil anilina
C. orto amino toluena
D. orto metil anilida

5. Rumus struktur asam benzoat adalah

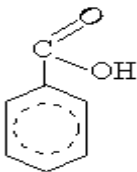
A.



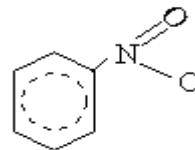
C.



B.

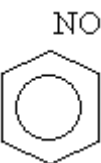


D.

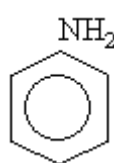


6. Turunan dari benzena yang bersifat asam adalah

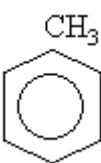
A.



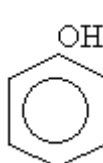
C.



B.

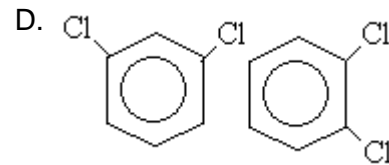
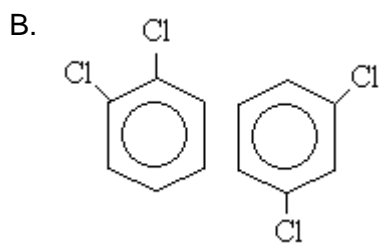
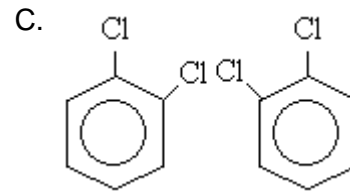
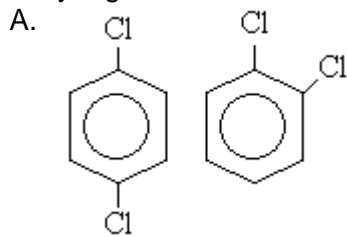


D.

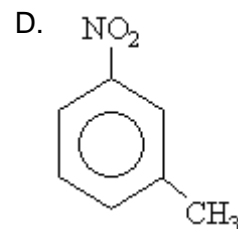
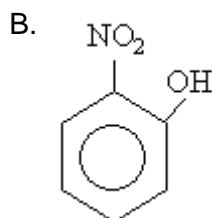
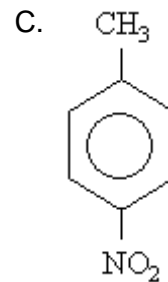
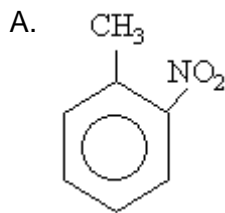




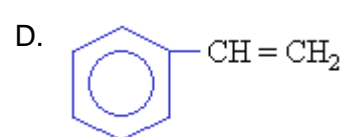
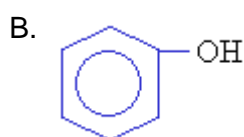
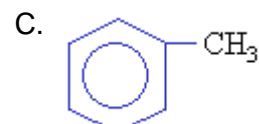
7. Manakah pasangan struktur benzena yang memiliki hasil substitusi benzena yang sama



8. Turunan benzena berikut ini yang disebut orto nitro toluena adalah



9. Salah satu senyawa turunan benzena berikut yang merupakan bahan dasar pembuatan asam benzoat adalah

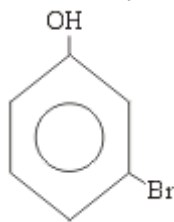




10. Senyawa turunan benzena yang berguna sebagai zat antiseptik adalah

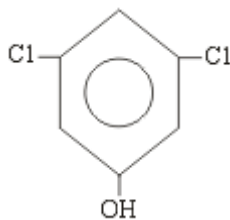
- A. anilin
- B. fenol
- C. toluena
- D. nitro benzena

11. Nama senyawa di bawah ini adalah



- A. Meta bromo fenol
- B. Orto bromo fenol
- C. Para bromo fenol
- D. Orto bromo benzol

12. Nama dari senyawa turunan benzena dengan rumus struktur di bawah ini adalah



- A. 3,5 - dikloro fenol
- B. 1,3 - dikloro fenol
- C. 3,5 - dikloro toluena
- D. 1,3 - dikloro benzena

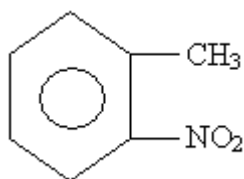
13. Tri nitro toluena adalah salah satu turunan benzena yang digunakan untuk

- A. Bahan pembuatan detergen
- B. Bahan antioksidan
- C. Bahan pengawet
- D. Bahan peledak

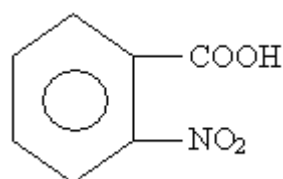


14. Rumus struktur dari asam meta nitro benzoat adalah

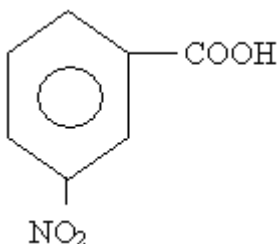
A.



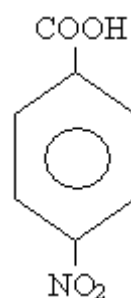
C.



B.



D.



F. Rangkuman

Senyawa Benzena dan turunan benzena mengandung dua gugus fungsional, senyawa tersebut akan memiliki tiga buah isomer, yaitu isomer posisi *orto* (*o*-), *meta* (*m*-), dan *para* (*p*-). Posisi *orto* merupakan posisi (1, 2), *meta* menunjukkan posisi (1, 3), sedangkan *para* menunjukkan posisi (1, 4). Tata nama turunan benzena dapat memiliki dua gugus fungsional. Selain dapat digunakan sistem penomoran, senyawa tersebut juga dapat diberi nama menggunakan awalan *orto* (*p*-), *meta* (*m*-), dan *para* (*p*-). Posisi substituen (1,2) disebut *posisi orto*, posisi (1,3) disebut *posisi meta*, dan posisi (1,4) dikenal pula sebagai *posisi para*. Perhatikan, bahwa jika kedua gugus fungsional tersebut sama, berarti senyawa tersebut merupakan isomer satu dengan lainnya. Jika terdapat lebih dari satu gugus fungsi/ substituen maka urutan Prioritas Nomor 1 adalah : - COOH, - SO₃H, - COH, -CN, - OH, - NH₂, - CH₃, - NO₂, - X



G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan tes formatif 1 ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Belajar selanjutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan belajar ini.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

I. Kunci Jawaban Sifat Koligatif

A. Jawaban pilihan ganda

1. A
2. D
3. C
4. B
5. B

B. Jawaban Uraian

1. $\pi = i M R T$

$$(10 \text{ mmHg} \div 760 \text{ mmHg/atm}) = (1) (x) (0,082 \text{ L.atm/mol.K}) (298 \text{ K})$$

$$0,013 \text{ atm} = x \cdot 24,436 \text{ L.atm/mol}$$

$$x = 5,385 \times 10^{-4} \text{ M}$$

Hitung jumlah mol hemoglobin:

$$M = \text{jumlah mol zat terlarut} \div \text{volume larutan}$$

$$5,385 \times 10^{-4} \text{ M} = \text{jumlah mol hemoglobin} \div 1 \text{ L}$$

$$\text{jumlah mol hemoglobin} = 5,385 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Hitung massa molar hemoglobin dalam soal ini :

$$\text{Massa molar zat} = \text{massa zat} / \text{jumlah mol zat}$$

$$\text{Massa molar hemoglobin} = 35 \text{ g} / 5,385 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Massa molar hemoglobin} = 64.999,76 \text{ g/mol}$$

2. Simak persamaan tekanan osmosis:

$$\pi = i M R T$$

Dari soal diketahui variabel:

$$\pi = 0,93 \text{ atm}$$



$$M = 0,035 \text{ M}$$

$$R = 0,082 \text{ L.atm/mol.K}$$

$$T = 22^\circ\text{C} = 295 \text{ K}$$

Kita hitung i (faktor van 't Hoff):



$$n = 2$$

$$0,93 \text{ atm} = i (0,035 \text{ mol/L}) (0,082 \text{ L.atm/mol.K}) (295 \text{ K})$$

$$i = 1,1$$

Apa arti $i = 1,1$ ini?

$$i = 1 + \alpha(n-1)$$

$$1,1 = 1 + \alpha(n-1)$$

$$0,1 = \alpha(n-1)$$

Karena $n = 2$ maka $\alpha = 0,1$ atau 10%

3. Hitung molaritas larutan dari data yang diketahui:

$$\pi = i M R T, \text{ misal } x = i \times M$$

$$0,399 \text{ atm} = (x) (0,082) (298)$$

$$x = 0,0163 \text{ M}$$

x ini merupakan hasil kali i dengan M dari larutan, kita belum tahu masing-masing berapa sebenarnya konsentrasi MgCl_2 dan NaCl tetapi secara persentase dapat diperkirakan.

Misal massa $\text{MgCl}_2 = a$ gram

$$\text{Massa NaCl} = (0,5-a) \text{ g}$$

Tiap 1 molekul MgCl_2 ini terurai menjadi 3 ion dan massa molarnya adalah 95 g/mol. Diasumsikan dalam sampel tersebut adalah 100% MgCl_2 .

Karena itu:

$$0,0163 = \left(3 \times \frac{a}{95}\right) + \left(2 \times \frac{0,5-a}{58,5}\right)$$

$$a = 0,2913 \text{ gram} = \text{massa } \text{MgCl}_2$$

$$\text{jadi } \% \text{ MgCl}_2 = \frac{0,2913}{0,5} \times 100\%$$

$$= 58,27\%$$



II. Kunci Jawaban Kimia Unsur Periode Ketiga

1. E
2. B
3. C
4. B
5. D

III. Kunci Jawaban Benzena Dan Turunannya

1. C

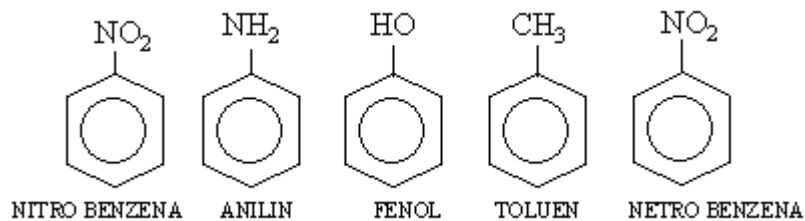
Penyelesaian :

Fenol adalah benzena dimana satu atom H nya diganti gugus OH

2. B

Penyelesaian :

Turunan-turunan Benzena



3. D

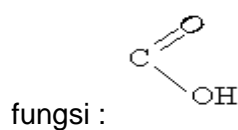
Penyelesaian :

- A. Parabromofenol
- B. Orto debromobenzena
- C. Metadibromobenzena
- D. Orto nitrotoluenza

4. B

penyelesaian

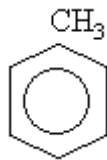
Asam benzoat turunan dari asam karboksilat yang mempunyai gugus





5. B

penyelesaian :



oksidasi toluena menghasilkan asam benzoat.

6. B

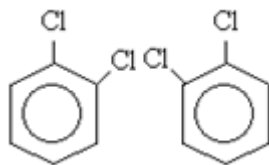
penyelesaian :



fenol

7. C

Penyelesaian :

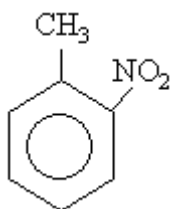


Sama sama senyawa orto

8. A

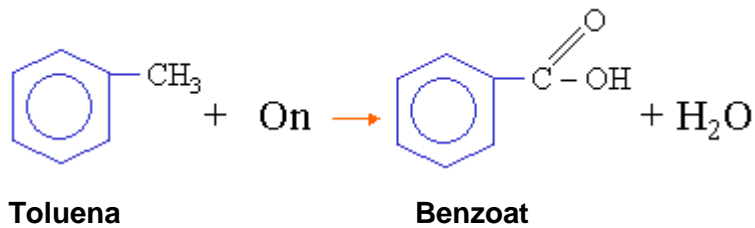
Penyelesaian :

Orto Nitro Toluena



9. C

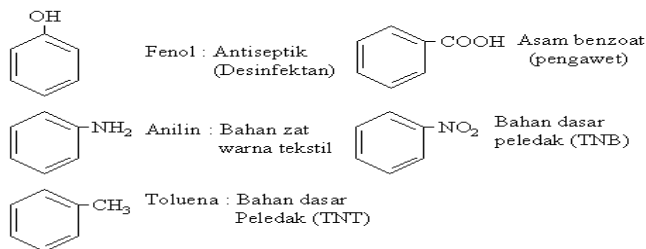
Penyelesaian :



10. B

Penyelesaian:

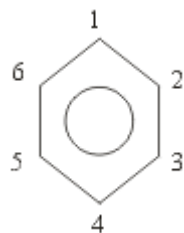
Turunan Benzena yang berguna sebagai zat antiseptik adalah fenol (karbol atau lisol)



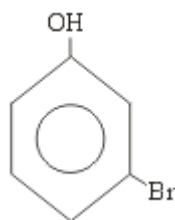
11. A

Penyelesaian

Hasil substitusi pada benzena mempunyai 3 isomer yaitu : Orto, Meta, dan Para. Letak substituen yang terikat pada atom C dari benzena dapat dinyatakan oleh:



Orto (1,2) meta (1,3) para (1,4) maka :



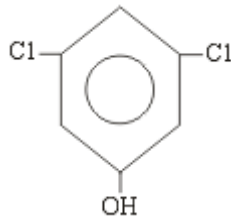
adalah senyawa meta bromo fenol

12. A



Penyelesaian

Jika substituenya berbeda jenis maka penomorannya dimulai dari atom C lingkaran yang mengikat gugus paling negatif.



→ **3,5 - dikloro fenol**

13. E

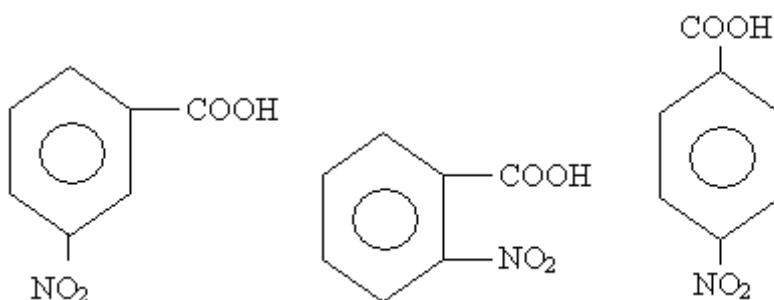
Penyelesaian

TNT dibuat dari toluen dengan mengganti H pada inti benzen secara bertahap dan digunakan sebagai bahan peledak.

14. B

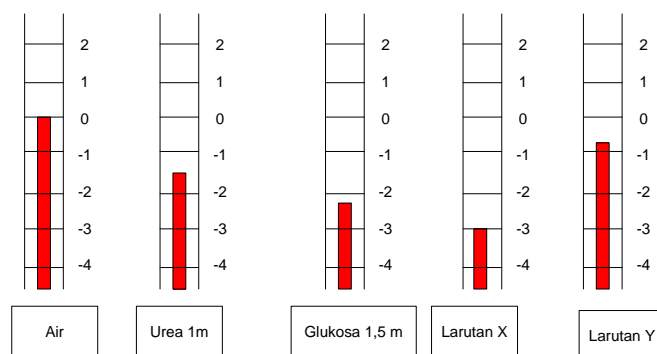
Penyelesaian

Asam nitro benzoat memiliki tiga isomer yaitu :



EVALUASI

1. Perhatikan data penurunan titik beku pada gambar termometer berikut !



Diantara jawaban berikut, mana yang sesuai dengan larutan X dan Y?

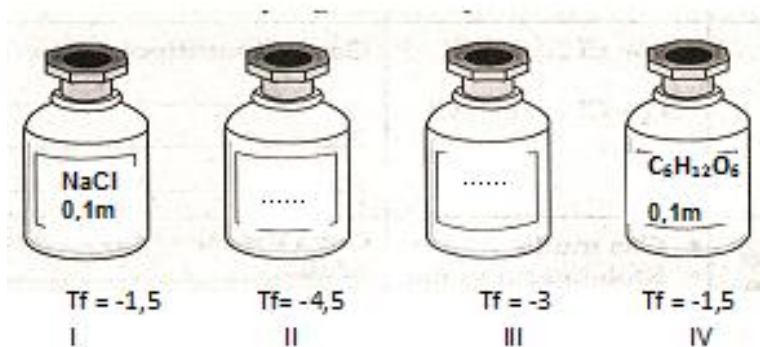
	Larutan X	Larutan Y
A.	Glukosa 0,5 m	Urea 0,5 m
B.	Urea 1,0 m	Gula 1 m
C.	Gula 2 m	Urea 0,5 m
D.	Gliserin 1,5 m	Laktosa 1 m

2. Sebanyak 4,5 gram glukosa ($M_r=180$) dilarutkan ke dalam 90 gram air ($M_r=18$). Jika tekanan uap jenuh pelarut pada suhu 25°C adalah 240 mmHg, maka tekanan uap larutan adalah....

- A. $\frac{0,5}{5,025} \times 240 \text{ mmHg}$
 B. $\frac{0,5}{5} \times 240 \text{ mmHg}$
 C. $\frac{5}{0,5} \times 240 \text{ mmHg}$
 D. $\frac{5,025}{0,5} \times 240 \text{ mmHg}$



3. Sebanyak 14,1 gram parafin $C_{20}H_{42}$ ($M_r = 282$) dilarutkan dalam 78 gram benzena C_6H_6 ($M_r = 78$). Jika tekanan uap jenuh pelarut pada suhu tertentu adalah 300 mmHg, maka penurunan tekanan uap pelarut pada suhu tersebut adalah....
- A. 30,00 mmHg
B. 28,60 mmHg
C. 15,00 mmHg
D. 14,30 mmHg
4. Ke dalam 250 gram air dilarutkan 8,7 gram K_2SO_4 ($M_r = 174$). Jika K_b air adalah $0,52^\circ\text{C/molal}$, tentukan kenaikan titik didih larutan tersebut!
- A. $0,213^\circ\text{C}$
B. $0,524^\circ\text{C}$
C. $0,312^\circ\text{C}$
D. $0,125^\circ\text{C}$
5. Tentukan tekanan osmotik larutan glukosa ($M_r = 180$) yang dibuat dengan melarutkan 10,8 gram glukosa dalam air hingga volumenya 400 mL pada suhu 27°C . Gunakan $R = 0,082 \text{ L atm / mol K}$.
- A. 2,54 atm
B. 3,69 atm
C. 4,16 atm
D. 0,18 atm
6. Pada tekanan 1 atm, titik didih larutan $CO(NH_2)_2$ 2 m dalam air adalah $101,00^\circ\text{C}$, berdasarkan data tersebut, maka titik didih larutan $CaCl_2$ 0.5 m di dalam pelarut yang sama adalah
- A. $105,00^\circ\text{C}$
B. $101,50^\circ\text{C}$
C. $100,50^\circ\text{C}$
D. $99,50^\circ\text{C}$
7. Seorang guru lupa mencantumkan label dua larutan yang untuk persiapan praktikum sifat koligatif. Dia mencoba menentukan jenis larutan tersebut dengan membandingkan titik bekunya terhadap titik beku larutan lainnya yang sudah diketahui seperti pada gambar di bawah ini.



Label mana yang seharusnya ditempelkan pada gelas kimia II dan III

Gelas kimia II Gelas kimia III

- | | | | |
|---------------------------------------|-------|---|-----|
| A. NaCl | 3 m | C ₆ H ₁₂ O ₆ | 3 m |
| B. CO (NH ₂) ₂ | 1 m | NaCl | 3 m |
| C. CaCl ₂ | 2 m | NaCl | 1 m |
| D. CaCl ₂ | 1,5 m | CO (NH ₂) ₂ | 1 m |

8. Amati sifat-sifat unsur perioda ke tiga pada tabel berikut :

Sifat \ Unsur	K	L	M	N	O
Logam	logam	semi logam	non logam	non logam	non logam
Hidroksida	ampoter	Asam	Asam	asam	asam
Wujud	padat	Padat	Padat	padat	gas

Berdasarkan sifatnya unsur K, M, O berturut-turut adalah

- | | |
|---------------|---------------|
| A. Al, S, Ar | C. Si, Al, Cl |
| B. Na, Al, Cl | D. Al, P, Cl |

9. Dari 4 unsur periode ketiga yaitu P, Mg, Cl dan Na, urutan unsur-unsur dari yang paling kecil sifat pereduksinya ke yang paling besar adalah....

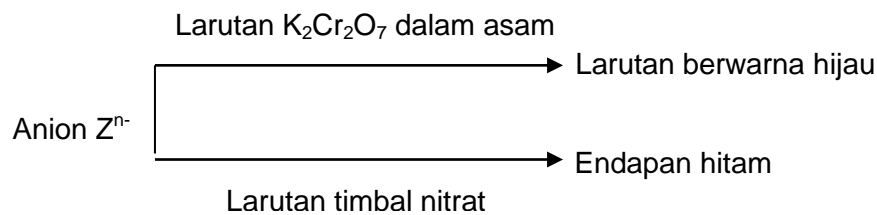
- | | |
|------------------|------------------|
| A. Na, Cl, Mg, P | C. P, Cl, Na, Mg |
| B. Cl, P, Mg, Na | D. Na, Mg, P, Cl |

10. Pernyataan mana yang benar tentang oksida-oksida unsur periode ketiga ?

- | |
|--|
| A. Na ₂ O, MgO, Al ₂ O ₃ , dan SiO ₂ adalah oksida basa |
| B. Na ₂ O dan MgO adalah oksida basa, sedangkan Al ₂ O ₃ oksida amfoter |



11. Tes dan hasil tes untuk larutan garam natrium yang mengandung anion Z^{n-} adalah sebagai berikut:



A. NO_3^- C. Cl^-
B. S^{2-} D. PO_4^{3-}

- 102



- C. Terjadi gas oksigen, larutan berwarna merah dan reaksi eksoterm
D. Terjadi gas oksigen, larutan tidak berwarna dan reaksi eksoterm

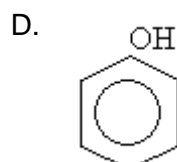
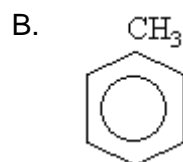
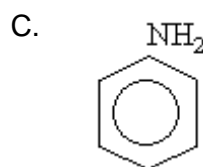
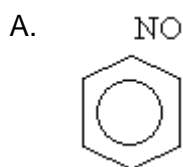
15. Suatu senyawa karbon yang mengandung inti benzene mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- Berupa kristal putih dan dapat larut dalam air
- Bersifat asam lemah dan bereaksi dengan NaOH
- Bersifat pemusnah hama

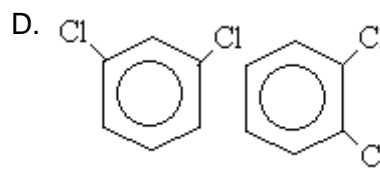
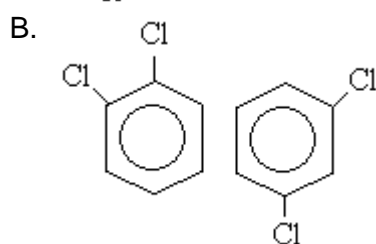
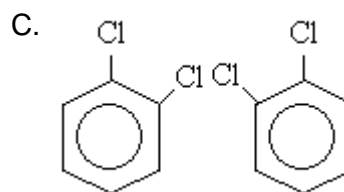
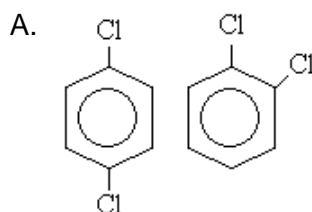
Berdasarkan sifat-sifat diatas, maka senyawa tersebut adalah

- A. anilin
B. nitro benzena
C. fenol
D. benzoil alkohol

16. Turunan dari benzene yang bersifat asam adalah

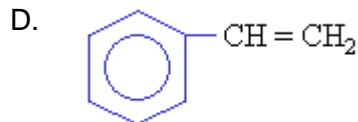
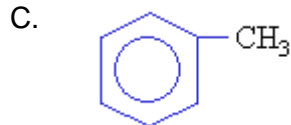


17. Manakah pasangan struktur benzene yang setara dari hasil substitusi benzene berikut

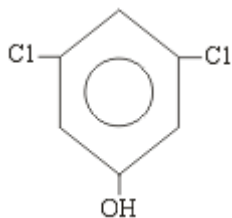




18. Salah satu senyawa turunan benzena berikut yang merupakan bahan dasar pembuatan asam benzoat adalah



19. Nama dari senyawa turunan benzena dengan rumus struktur di bawah ini adalah



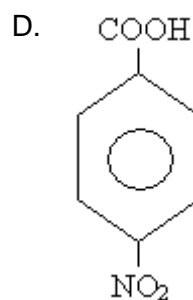
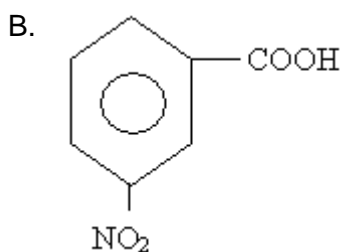
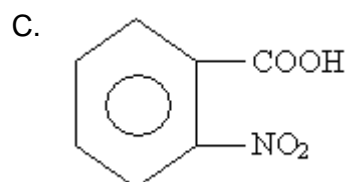
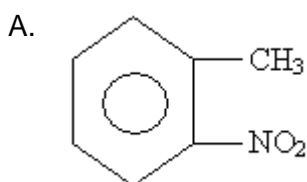
A. 3,5 - dikloro fenol

C. 3,5 - dikloro toluene

B. 1,3 - dikloro fenol

D. 1,3 - dikloro benzene

20. Rumus struktur dari asam meta nitro benzoat adalah



PENUTUP

Modul Profesional Guru Pembelajar Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi G yang berjudul Sifat Koligatif, Kimia Unsur 3, Benzen dan Turunannya disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi profesional yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi G. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik dan latihan. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi G ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Arief Sidharta, Dadan Muslih, 1993. ***Perancangan, Pembuatan, dan Pendayagunaan Alat Peraga Praktik (APP) IPA SMP Sederhana***, Jakarta: Direktorat Sarana Pendidikan
- Brown, Theodore L., LeMay, Eugene., Bursten, Bruce E., Murphy, Catherine, J. 2009. **CHEMISTRY, The Central Science**. Eleventh Edition, USA : Pearson Education, Inc, Inc.
- Chang, Raymond. 2006. ***General Chemistry, Fourth Edition***. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Chang Raymond. 2008. **General Chemistry : The Essential Concepts**. Fourth Edition, New York : Mc Graw- Hill
- Chua S. 2000. **Chemistry MCQ with HELPS**, GCE 'A' LEVEL. Singapore. Redspot
- Davis, Peck, et al. 2010. ***The Foundation of Chemistry***. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Devi, Poppy, K., Siti Kalsum., dkk. 2009. ***Kimia 3, Kelas X SMA dan MA. Bandung: PT Remaja Rosdakarya***.
- Fessenden & Fessenden. 1987. ***Kimia Organik***. Jakarta: Erlangga.
- Hart dan Suminar. 1983. ***Kimia Organik***. Jakarta: Erlangga.
- Lee Eet Fong. 1996. **Science Chemistry, Exel in O-Level**. Singapore. EPB Publisher
- Lewis, Michael and Guy Waller. 1997. ***Thinking Chemistry***. London: Great Britain Oxford University Press.
- Parlan dan Wahjudi. 2003. ***Kimia Organik I***. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Ryan, Lawrie. 2001. ***Chemistry For You***. London: Nelson Thornes.



Michael and Guy. 1997. **Thinking Chemistry**. GCSE Edition Great Britain, Oxford, Scotprint Ltd.

Silberberg. 2010. **Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change**. New York: Mc Graw Hill Companies. Inc.

Sunarya, Yayan., Setiabudi, Agus. 2009. **Mudah dan Aktif Belajar Kimia. Untuk kelas X Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah**. Edisi BSE. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Whitten, Kenneth W., Davis, Raymond E., Peck, M. Larry., Stanley, George G. 2010. **Chemistry. Ninth Edition. International Edition**. USA. Brooks/Cole Cengage Learning.

Yayan sunarya dan Agus S, 2009. **Mudah dan Aktif Belajar Kimia. Untuk kelas XI SMA/MA**. Jakarta: Puskurbuk Depdiknas..

Referensi Internet

<http://acehlook.com/hukum-konservasi-massa-dan-mol/> diunduh hari Rabu tanggal 02 September 2015, jam 13.45 WIB

<https://carm.org/scientific-method> last update Jan 2016

<http://dictionary.reference.com/browse/scientific-method> last update Jan 2016

<http://en.Wikipedia.Org/wiki/Hydrogenbond>

<https://esdikimia.wordpress.com/2009/09/26/massa-atommolekul-relatif-armr-isotop-dan-kelimpahannya/> diunduh hari Selasa tanggal 25 Agustus 2015, jam 10.50 WIB

http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/194909271978032-LILIASARI/MAKALAH_UNY_08.pdf last update, Desember 2015

<https://id.wikipedia.org/wiki/Stoikiometri> , diunduh hari Selasa tanggal 25 Agustus 2015, jam 10.48 WIB

http://repository.upi.edu/12615/3/T_IPA_1200932_Table%20Of%20Content.pdf. last update, Desember 2016

<http://www.Elmhurst.edu/chm/Vchembook/>

http://www.kompasiana.com/sukowaspodo_99/7-macam-sikap-ilmiah last update Jan 2016



Twenty Science Attitudes From the Rational Enquirer, Vol 3, No. 3, Jan 90. http://www.k-state.edu/biology/pob/modern_attitudes.html

Anchoto. 2008. ***Pembakaran Alkana dan Sikloalkana***. [Online]. Tersedia: <http://smaniva.blogspot.com/2008/02/hidrokarbon.html> ..[14 April 2010].

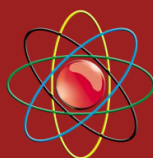


GLOSARIUM

Adisi	: Penambahan masing-masing satu gugus kepada atom karbon yang berikatan rangkap dua atau tiga
Basa lemah	: basa yang terionisasi lebih kecil dari 100% dalam air
Gugus Fungsi	: Gugus yang paling mudah mengalami perubahan dan menentukan sifat-sifat organik
Keisomeran fungsi	: Isomer senyawa bila dua senyawa atau lebih mempunyai rumus molekul sama tetapi gugusfungsi berbeda
Keisomeran posisi	: Isomer senyawa yang terbentuk akibat perubahan letak posisi ikatan rangkap
Kenaikan titik didih	: Perbedaan titik didih pelarut murni dengan titik didih larutan
Kompetensi Dasar	: kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
Kompetensi Inti	: merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.
Kurikulum	: seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu



Penurunan tekanan uap	: Perbedaan tekanan uap jenuh pelarut murni dengan uap jenuh larutan
Penurunan titik beku	: Perbedaan titik beku pelarut murni dengan titik beku larutan
Senyawa aromatik	: Senyawa hidrokarbon yang mengandung inti benzena
Sifat koligatif	: Sifat yang hanya bergantung pada jumlah partikel dan bukan pada ukurannya
Tekanan osmotik	: Tekanan yang harus diberikan kepada larutan untuk mencegah mengalirnya molekul pelarut ke dalam larutan melalui selaput semipermeabel
Titik didih	: Titik pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan udara luar. Sama dengan titik embun
Titik beku	: Suhu saat suatu zat membentuk kesetimbangan cair-padat. Sama dengan titik lebur
Titik triple	: Suhu dan tekanan pada saat suatu zat membentuk kesetimbangan padat-cair-gas
Van'Hoff, faktor	: Perbandingan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan nonelektrolit yang berkonsentrasi sama.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016